

平成9年度～平成11年度
科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))研究成果報告書

東アジア開発途上国の中長期計画に対する評価・展望モデルの開発

中国経済の計量分析

平成12(2000)年3月

研究代表者 江崎 光男

(名古屋大学大学院国際開発研究科)

© Copyright 2000

By

Graduate School of International Development

University of Nagoya

Furo-cho, Chikusa-ku

Nagoya, 4640001 Japan

*All rights reserved. No part of this book
may be reproduced in any form, by
photostat, microfilm, retrieval system,
or any other means, without the prior
written permission of the publisher.*

Printed in Japan by Nagoya University COOP, Nagoya

はしがき

本研究は、平成9年度～平成11年度（1997～1999年度）に実施した科学研究費補助金（基盤研究(C)(2)）「東アジア開発途上国の中長期計画に対する評価・展望モデルの開発」に関する研究成果報告書である。

近年、開発問題や開発政策あるいは開発計画の分析・評価・展望のツールとして、CGEモデル（Computable General Equilibrium Model、計算可能一般均衡モデル）が、有効かつ益々頻繁に利用されるに至っている。本報告書も、特に中国に焦点をあてながら、CGEモデルによる中長期の分析と展望を中心に構成されている。分析と展望の対象は、成長・環境・貿易自由化・地域開発に関連する諸問題であるが、これらの問題およびモデル分析に不可欠である生産性分析（TFP）にも多くのスペースがさかれている。評価・展望モデルの開発の出発点は、ベトナム経済の第6次5ヵ年計画（1996-2000年）に関する動学的CGE分析であった（江崎光男・Le Anh Son「ベトナム経済の中長期展望—動学的CGE分析—」、『産業連関—イノベーション&I-Oテクニーク』、1997年5月）。そこから中国モデルが派生・展開し、類似の分析がタイ・インドネシアについて試みられた。

移行経済中国は、21世紀に向けて大きな課題に直面している。第1は、経済成長・人口と食糧・エネルギー・環境の間でバランスのとれた持続的成長をいかにして達成するかである。第2は、インフレ・失業・国際収支など安定成長に関連するマクロ・コントロールをいかに実践するかである。そして、第3は、地域格差の是正・産業の育成配置など地域発展の問題にいかに対処するかである。今後の研究課題として、本研究の延長線上で、第10次5ヵ年計画（2001～2005年）および長期15ヵ年計画（2001～2015年）を参照・評価しながら、中国経済が直面する上記3課題についてCGE分析を試みたいと考えている。そして、この研究課題を、再び本報告書の共同執筆者との新たな研究協力の下に、追求したいと考えている。*

本報告書は、7編の論文もしくは覚書を収録している。その多くは、科学研究費補助金の支援を受けると同時に、国際東アジア研究センター、科学技術振興事業団戦略的基礎研究事業（CREST）、APEC研究センター（名古屋大学国際開発研究科・JETROアジア経済研究所）の研究プロジェクトに多かれ少なかれ関連している。上記の研究支援団体に対し、その名を記し、改めて謝意を表したい。

名古屋大学大学院国際開発研究科

教授 江崎光男

* 共同執筆者は以下の通り。

齊 舒暢	中華人民共和国国家統計局国民経済核算司投入算出处・処長
顧 林生	国際連合地域開発センター・研究員
金城盛彦	東海大学政治経済学部・講師
孫 林	名古屋大学大学院国際開発研究科・博士課程3年

目 次

はしがき

中国経済の成長会計分析 (1981-1995)¹ 江崎光男・孫林 1

Growth Accounting of China for National, Regional,
and Provincial Economies: 1981-1995² Mitsuo Ezaki and Lin Sun 18

中国の地域格差と生産性 (TFP)³ 孫林・江崎光男 29

Reducing CO₂/SO₂ Emissions by Environmental
Tax in China: A CGE Simulation Analysis⁴ Mitsuo Ezaki,
Morihiro Kinjo, Linsheng Gu and Shuchang Qi 47

日中CDMのマクロ経済分析
— 炭素税導入のケース・スタディー⁵ 江崎光男・孫林・金城盛彦 102

貿易自由化と中国経済
— CGE モデルによる動学的シミュレーション⁶ 孫林・江崎光男 136

炭素税導入のマクロ経済分析
— 多国/多地域間のJI/CDM⁷ 江崎光男・孫林 163

¹ 『国際開発研究フォーラム』10, 名古屋大学大学院国際開発研究科, 1998年7月, pp.1-15.

² *Asian Economic Journal* (East Asian Economic Association), Vol.13, No.1, March 1999, pp.39-71.

³ 『国際開発研究フォーラム』14, 名古屋大学大学院国際開発研究科, 1999年11月, pp.75-89.

⁴ Working Paper No.11, Towards an Optimal Framework for the Preservation of Global Environment, "Realization of Environmental Friendly Society," CREST (Core Research for Evolutionary Science & Technology) of Japan Science and Technology Corporation, March 1998.

⁵ Discussion Paper No.74, Graduate School of International Development (GSID), Nagoya University, 1999年7月.

⁶ 『産業連関—イノベーション&I-Oテクニーク—』(環太平洋産業連関分析学会)、Vol.9, No.3, 2000年4月(近刊)。

⁷ 「第19回CREST研究会」報告, 2000年1月29日, 霞山会館。

中国経済の成長会計分析（1981-95年）

江崎光男・孫林

ABSTRACT

Title: Growth Accounting of the Chinese Economy: 1981-1995

This paper provides growth accounting of the Chinese economy in three levels (i.e., national economy, three aggregate regions, and thirty provinces) for the period 1981-1995 covering three five-year plans (i.e., sixth, seventh, and eighth). A new method is developed to estimate TFP (total factor productivity) and capital stocks simultaneously based on the framework of growth accounting. Empirical results indicate the importance of capital input in the rapidly growing Chinese economy, but show the crucial role played by the TFP growth in the widening gap of GDP growth between Eastern and the other regions in recent years.

1. はじめに

中国は過去 17 年間、平均 10%の成長率で成長してきたが、これからも、それに近い高成長を持続する可能性が高いと、多くの分析が予想している（例えば、経済企画庁 [1997]、World Bank [1997]、中国社会科学院 [1994] 等）。しかしながら、他方で、中国の高度成長について悲観的な見方もよく見られる。その代表例が「まぼろしのアジア経済」的な見方 (Krugman [1994])、すなわち、中国においても、東アジア NIEs と同様、生産効率の改善は微々たるもので、その成長のほとんどが大規模な投入増大に依存するため、やがては成長の限界にぶつかるのではないかという見方である。⁽¹⁾ 中国国内でも、90年代に入り、技術進歩に基づく成長を目指して、成長パターンへの転換が強調され始めた。⁽²⁾ それに伴い、高度成長期の生産性と成長要因分析について、関係者の間で関心が高まりつつある。

本稿の目的は、「改革開放」から最近時に至る 3つの 5ヵ年計画期（第6次～第8次、1981-1995年）について、全経済、地域、省・直轄市・自治区を対象にする GDP レベルの成長会計分析を試み、高度成長期における成長要因と生産性の役割を定量的に明らかにす

ることである。中国経済の成長要因分析については、今までいくつかの先行研究が行われている。その中で、もっとも包括的かつ精密な研究は、1953-1990 年に関する中日米チームによる共同研究（李京文他 [1993]、Li Jingwen et al. [1992]）であり、この研究と計測結果を比較することも本稿の目的の1つになっている。⁽³⁾ 上記の先行研究と異なる我々の研究の特色は次の2点にある。(1)方法論の違い。本研究では、成長会計の枠組みに基づき、資本ストックと全要素生産性（Total Factor Productivity、TFP）の両者を同時に推計する新しい方法論を採用（開発）した。(2)研究対象の違い。我々の研究では、改革開放以来の15年間（1981-1995年）について、中国の全経済・全国レベルのみならず、地域レベル（東部・中部・西部の3地域）および省レベル（30の省・直轄市・自治区）においても計測と分析を試みた。

以下、方法論（第2節）、データ処理（第3節）、全国レベルの計測と分析（第4節）、地域・省レベルの計測と分析（第5節）について述べる。最後の第6節は要約と結論、末尾の付論は、解の導出プロセスに関するテクニカル・ノートである。

2. 方法論（資本ストックとTFP成長の同時決定）

中国に限らず多くの国で資本ストックのデータを得ることは決して容易なことではない。本稿では、‘六五’計画期（1981-1985年）から‘八五’計画期（1991-1995年）までの15ヵ年（1981-1995年）を対象に、成長会計の枠組みの中で資本ストックを直接推計することを試みる。この方法のエッセンスは、グロス・アカウンティング（成長会計）とストック・フロー関係式（投資累積）を統合し、それに毎期の投資フロー・データを組み合わせ、資本ストックとTFP成長の両者を同時かつ整合的に決定・推計することにある。以下、方法論を略述する。

GDP成長率をGY、労働の成長率GL、資本ストックの成長率をGK、TFPの成長率をGT、労働分配率を ω 、資本ストックをK、実質投資額をI、減価償却率を δ とすれば、

$$(1) \quad GY = \omega GL + (1-\omega) GK + GT \quad (\text{成長会計の恒等式})$$

$$(2) \quad GK = I/K - \delta \quad (\text{投資累積の恒等式})$$

が成立するから、両式を組み合わせれば、資本ストック（K）と投資フロー（I）の関係式

$$(3) \quad K = [(1-\omega) / (GY - \omega GL - GT + (1-\omega)\delta)] \cdot I$$

が得られる。この関係式に、分析対象期間の15ヵ年（1981-1995年）について、まず初期値として適当な水準のTFP成長率（GT）を設定し、次に、現実に観察された15ヵ年平均

均の成長率 (GY, GL)、15 ヶ年平均の分配率 (ω) と減価償却率 (δ)、さらに 15 ヶ年で平均された実質投資額 (I) を適用すれば、15 ヶ年平均の資本ストック (K) を計算することができる。これを対象期間中央 (1988 年中央) の資本ストックとみなすことにする。

この 1988 年央の資本ストックをベースに、毎年の実質投資額 (I(t)) を

$$(4) \quad K(t+1) = (1-\delta) K(t) + (I(t)+I(t+1))/2$$

$$(5) \quad K(t-1) = [K(t) - (I(t)+I(t-1))/2] / (1-\delta)$$

に従って前後 15 ヶ年間で累積すれば、各期の資本ストックが計算され、結果として 15 ヶ年平均の資本ストック成長率 (GK) が得られる。⁽⁴⁾ この成長率を最初の成長会計式に適用して 15 ヶ年平均の TFP 成長率 (GT) が新たに計算される。これはもちろん GT の初期値と異なるから、GT の初期値を適切な方向で変化させ、同じ計算を再度実行し、新しく得られた GT を変化させた GT の初期値と比較する。このような計算プロセスが繰り返され、プロセス初頭の GT とプロセス末尾の GT が一致するまで続けられる。

以上では、繰り返し計算 (iteration) により方法論を説明したが、この方法は、一般に、TFP 成長率を未知数 (x) にする高次多項式 (データ期間が 15 年の場合は x^{16} の式) の解を求める問題に帰着する。⁽⁵⁾ 従って、現実のデータに対応する解は理論的には複数個で存在するが、TFP 成長率と資本ストック水準から判断して現実に意味のある解は、第 4 節の計測結果および付論における解の導出プロセスが示すように、唯一つしか存在しない。

3. データ処理(1980-1995 年)

この方法をまず中国の全経済に、次に地域・省レベルに適用したのであるが、計測に先立って、データの出所・概念・加工の仕方等について、その概略を説明しておこう。

まず、データの出所であるが、本研究で使われているデータは、全て、中国政府 (国家統計局) が正式に公表している年鑑類から採られている。その主なものは、『中国統計年鑑』(各年版)、『中国固定資産投資統計年鑑 1990-1995』、『改革開放十七年の中国地区経済』である。

次に TFP 成長率と資本ストックの計測に必要な 5 種類のデータ (GY, GL, ω , δ , I) の概念と作成法である。第 1 に、GDP 成長率 (GY) は、全国・地域・省の全てのレベルで、実質 GDP に依拠している。第 2 に、労働投入量 (GL) についてであるが、全国の場合は、『中国統計年鑑 1996』所収の各年の労働者総数である。⁽⁶⁾ 各省の場合、各年の『中国統計年鑑』(1985 年以降) と『改革開放十七年の中国地区経済』(1985 年以前) のデータを利用する。従って、本稿の労働投入量データにおいては、労働時間の変化および質の変化は考慮されていない。第 3 に、労働分配率 (ω) は『中国統計年鑑』の「労働者報酬」に基づ

いている。各省レベルで 1993 年から 1995 年のデータが利用可能であるから、その平均値を 1981 年から 1995 年の 15 年間の平均値とみなす。全国と 3 地域（東部、中部、西部）は各省データの加重平均である。全国レベルで使用された平均分配率は 0.515 である。第 4 に、減価償却率（ δ ）については、国有企業の 1980 年から 1992 年の平均減価償却率（0.049）を、全国、各地域、各省で共通の平均減価償却率とみなすことにする。

最後に、毎年の実質投資額（I）であるが、『中国統計年鑑』における各年名目の「全社会固定資産投資」を、1995 年が 1 である投資デフレーターで実質化する。投資デフレーターの作成に当たって、1990 年から 1995 年の期間については、全国、各省ともに、『中国統計年鑑』の「固定資産価格指数」を利用する。1980 年から 1989 年の期間については、全国の場合、『中国統計年鑑 1996』の「工業品生産者価格指数」の「機械工業価格指数」と『中国建築業統計年鑑 1996』の「建築業総産出価格指数」の加重平均を固定資産価格指数として利用する。⁽⁷⁾ 各省の場合は、『中国統計年鑑 1996』の「工業品生産者価格指数」の「機械工業価格指数」と「建築材料工業価格指数」（各省の賃金上昇を考慮するために『改革開放十七年の中国地区経済』の「職工実質賃金指数」を取り入れる）の加重平均を固定資産価格指数として利用する。⁽⁸⁾

ここで注意すべき点は、全社会固定資産投資は総額のデータであり、各種投資財の構成や効率は全く考慮されていないから、それを累積して計測される資本ストックも総量のデータで、各種資本財の構成や効率を考慮せず、かつ景気変動に伴う稼働率の変動も直接には考慮されないという制約である。上述したように、労働投入のデータについても同じ制約がある。結果として、労働と資本の質的变化、労働時間・資本稼働率の変動が、残差としての TFP 成長に含まれることになる。

4. 全国レベルの計測結果(1981-1995 年)と分析

前 2 節の方法論とデータを全経済・全国レベルに適用し、1981-1995 年の TFP 成長率と実質資本ストック（1995 年価格）について、表 1 のような計測結果を得た。TFP 増加率の計測に関連して、中米日共同研究チームの成果（李京文他 [1993、表 2-3]）の 1 部も比較可能な形で表 1 に掲げられているが、増加率の水準で見ても、その変動パターンで見ても、両者の計測結果は驚くほど似通っている。⁽⁹⁾

表 1 では、TFP の平均成長率が 3.75%と推計されている。これは、付論に示された解の導出プロセスから理解されるように、経済的に意味のある唯一の推定値である。また、平均 3.75%の TFP 成長率は、前節で述べたように、1981-1995 年の 15 年間を対象にし、労働分配率（ ω ）を 0.515、減価償却率（ δ ）を 0.049 に設定した場合の推定値である。 ω を 0.45 から 0.53 まで変化させた場合、TFP 成長率は 3.22%から 3.87%まで変化する（1995 年の資本ストック：122129→122134 億元）。 δ を 0.030 から 0.049 まで変化させた場合、TFP 成長率は 3.56%から 3.75%まで変化する（同資本ストック：137905→122180

億元)。データ期間を八五計画期（1991-1995年）の5カ年に設定すれば、TFPの平均成長率は3.75%から4.69%まで上昇する（同資本ストック：122180→110186億元）。⁽¹⁰⁾以上のセンシティブティに関する実験から、表1のTFP推計値に基づく15カ年の長期分析は、減価償却率や労働分配率が多少変わったとしても、大きく変ることではないと判断される。⁽¹¹⁾

表1の各指標の成長率から理解されるように、「改革開放」以来の15年間、中国のGDPは平均10.23%で成長してきたが、特に、「八五」計画期には12.03%に達した。労働投入の増加率は持続的に減ってきた。資本ストックの方は概ねGDPに平行して増加し、「投資過熱時期」にはGDP成長率を超える増加率で増加した。特に、「七五」計画期には、実質投資の年平均増加率が3.2%まで低下したのに、実質資本ストックの増加率は11.77%に達し、同期間のGDPの年平均成長率より3.85%高かった。TFPの方は、81、89、90年を除いて、プラスの成長を保ってきた。「六五」、「七五」、「八五」の期間別に見ると、「七五」期間が一番低く、0.86%しかなかったのに対して、「六五」は4.33%、「八五」は6.06%という高水準の平均増加率を達成した。

表2は、同じ1981-1995年について、GDP成長に対する労働投入、資本ストック、TFPの貢献、および1995年を1とする15年間のGDP、労働投入、資本ストック、TFPの実質指数を示している。

表2のGDP成長に対する労働投入、資本ストック、TFPの貢献と各指数は、中国マクロ経済の成長要素を明示している。15年間の指数変化から理解されるように、中国のGDPは4倍に増えてきた。このようなGDPの成長に対して、各要素の貢献を見てみよう。

GDPの成長に対して、労働投入の貢献は一貫して低水準に止まっていた。15年間の平均貢献率は13.18%、その間、30%を超える年は1981、1990年だけで、「八五」期間は年平均8.25%しかない。明らかに、中国経済の高度成長に対し、労働投入の貢献は非常に限られていた。15年間の指数変化から分かるように、労働ストックは実質的に1.43倍にしか増えなかった。

他方、GDPの成長に対して、資本投入は一貫して決定的な要素である。15年間の指数変化から見ると、実質資本ストックは4.2倍にも増加した。15年間、資本投入の貢献率が30%以下の年は1年（1992年）、40%以下の年は3年（1984、1991、1993年）だけで、15年間の年平均貢献率は50.19%に達していた。「六五」、「七五」、「八五」の期間別に見ると、「七五」期間が一番高く72.11%に達したのに対して、「六五」期間が43.91%、「八五」期間が41.38%と相対的に低く、しかも、30%あるいは40%以下の4年の中で、3年が「八五」期間に集中している。中国の15年間の高度経済成長は資本投入に大きく依存してきたことは明らかである。この資本投入への高依存度は、90年代に入って、多少弱まったものの、1994（47.37%）、1995年（58.15%）の状況から見ると、依然として高水準にとどまった。

GDPの成長に対する労働投入貢献の低水準と資本投入貢献の高水準に対して、TFPの貢献は15年間でかなり不安定な成長要素となっていた。TFPの絶対水準は15年間で、労働

表1 中国経済の成長会計分析(1981-1995年) —全国

年	成長率(%)					実質投資 (億元)	資本ストック (億元)
	GDP	労働投入	資本投入	TFP (中米日)	実質投資		
1981	5.17	3.22	7.39	-0.07 (-0.57)	2.49	3369	29082
1982	9.26	3.59	8.19	3.44 (4.44)	25.91	4242	31462
1983	11.18	2.52	9.56	5.25 (3.39)	14.50	4857	34470
1984	15.32	3.79	10.81	8.13 (7.84)	22.98	5973	38196
1985	12.87	3.48	12.76	4.89 (4.88)	25.90	7520	43071
1986	8.86	2.83	13.79	0.72 (0.71)	14.04	8576	49008
1987	11.57	2.93	13.76	3.39 (4.50)	13.30	9717	55753
1988	11.27	2.93	13.47	3.23 (4.35)	10.83	10769	63265
1989	4.06	1.83	10.49	-1.97 (-1.72)	-19.23	8698	69898
1990	3.83	2.55	7.36	-1.05 (-0.04)	-2.95	8441	75043
1991	9.19	2.86	7.09	4.28	13.10	9547	80359
1992	14.24	1.87	8.48	9.16	25.27	11960	87175
1993	13.49	1.33	10.73	7.60	27.78	15283	96525
1994	12.66	2.08	12.37	5.59	18.09	18048	108461
1995	10.55	1.49	12.65	3.65	10.92	20019	122180
15年平均	10.23	2.62	10.59	3.75	13.53	9801	65597
'六五'期間	10.76	3.32	9.74	4.33 (4.00)	18.36	5192	35256
'七五'期間	7.92	2.61	11.77	0.86 (1.56)	3.20	9240	62593
'八五'期間	12.03	1.93	10.26	6.06	19.03	14971	98940

(注1) 実質投資と資本ストックは1995年価格。資本ストックは各年の年央のもの。

(注2) 括弧内は中米日共同研究チームの計測結果(李京文他[1993])。

表2 GDP成長に対する労働・資本・TFPの貢献及び指数 —全国

年	GDP成長に対する貢献(%)			指数(1995年=1.00)			
	労働投入	資本投入	TFP	GDP	労働投入	資本投入	TFP
1981	32.08	69.32	-1.39	0.25	0.70	0.24	0.58
1982	19.97	42.87	37.16	0.27	0.73	0.26	0.60
1983	11.61	41.47	46.92	0.30	0.74	0.28	0.63
1984	12.74	34.22	53.04	0.34	0.77	0.31	0.68
1985	13.93	48.10	37.98	0.39	0.80	0.35	0.72
1986	16.45	75.46	8.09	0.42	0.82	0.40	0.72
1987	13.04	57.69	29.26	0.47	0.85	0.46	0.74
1988	13.39	57.98	28.63	0.52	0.87	0.52	0.77
1989	23.21	125.26	-48.47	0.55	0.89	0.57	0.75
1990	34.29	93.20	-27.49	0.57	0.91	0.61	0.75
1991	16.03	37.39	46.58	0.62	0.94	0.66	0.78
1992	6.76	28.89	64.35	0.71	0.95	0.71	0.85
1993	5.08	38.56	56.36	0.80	0.97	0.79	0.91
1994	8.46	47.37	44.17	0.90	0.99	0.89	0.96
1995	7.27	58.15	34.58	1.00	1.00	1.00	1.00
15年平均	13.18	50.19	36.62				
'六五'期間	15.89	43.91	40.20				
'七五'期間	17.00	72.11	10.88				
'八五'期間	8.25	41.38	50.37				

図1 GDP・労働・資本・TFPの成長率(1981-1995、%) —全国

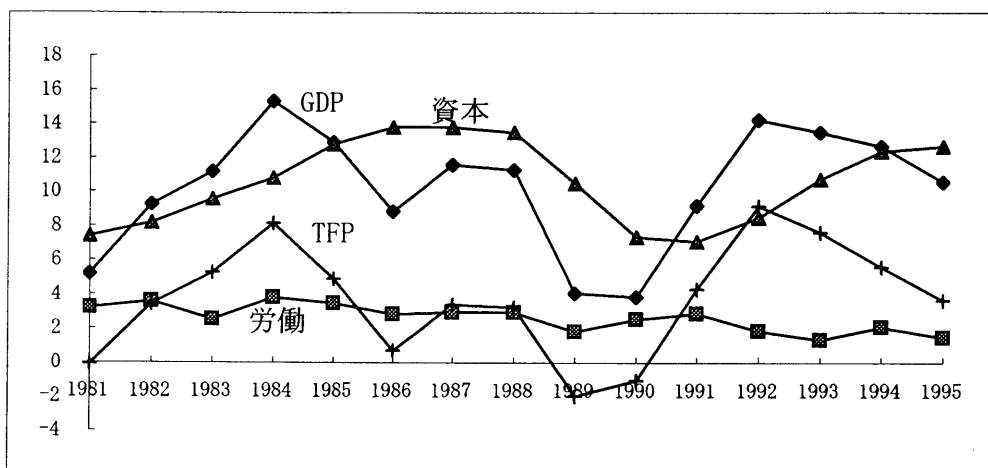


図2 GDP・労働・資本・TFPの指数(1995年=1.0) —全国

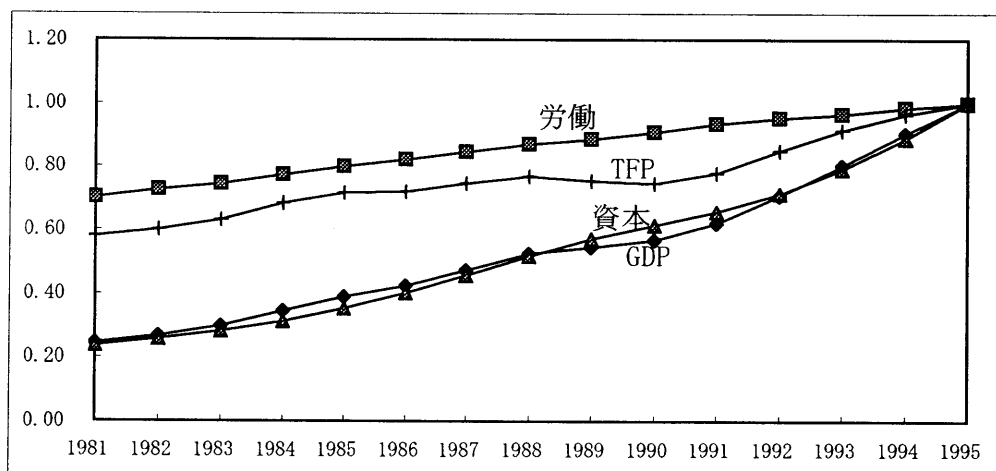
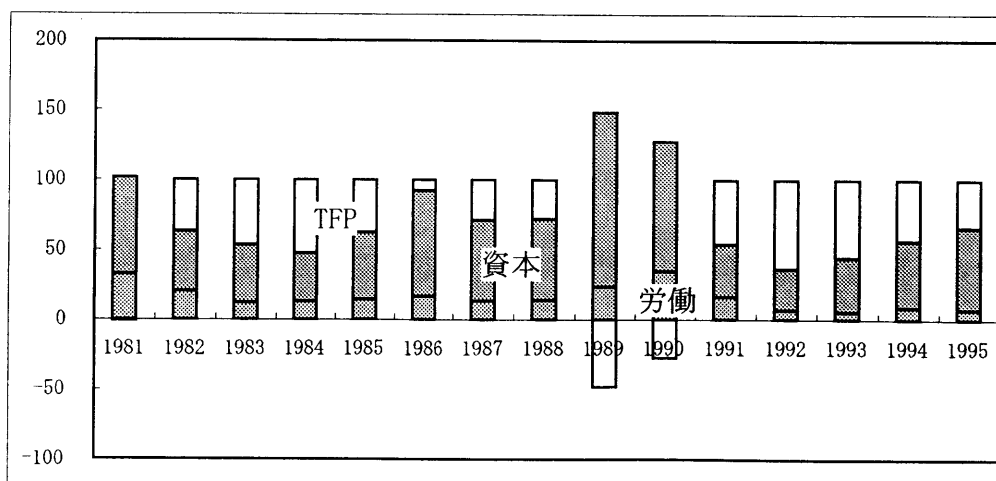


図3 GDP成長に対する労働・資本・TFP貢献率(1981-1995、%) —全国



より少し多い、資本よりはるかに少ない、1.72 倍にしか増えなかった。15 年間の年平均増加率は 3.75%で、この期間、3 ヶ年（1981、1989、1990 年）で TFP 成長率はマイナスになり、GDP 成長への貢献率が 50%を超える年は 3 ヶ年（1984、1992、1993 年）だけであった。一番低かった‘六五’期間は平均で 10.88%の貢献でしかなかった。‘八五’期間の増加率と貢献率の平均値（6.06%、50.37%）は高かったものの、1992 年から両者とも下り坂を辿っている。

結論的に言えば、「改革開放」以来の 15 年間、中国の経済成長はかなり良好なパフォーマンスを演じてきたが、その主な部分は安定かつ高水準の資本投入によるものである。しかも、93 年以降、GDP 成長に対して、資本投入の重要性が再び高まる傾向を見せている。労働投入の GDP 成長に対する貢献は安定かつ低水準にとどまり、90 年代に一層低下している傾向を見せている。これに対して、TFP の GDP 成長に対する貢献はかなり不安定なものとなっている。労働投入は言うまでもなく、時には資本投入よりも高かった年度もあったが、時にはマイナスの年度もあったのである。また、93 年以降、資本投入の重要性が高まるにつれて、TFP の貢献が低下しつつある。

ここで注目したいのは、我々の計測では労働と資本の投入を単純合計量で測り、質的な部分を含めていないことである。もし、経済状況の改善による労働者の教育水準の高まり、国有企業における企業改革、利潤動機に支配された外資系企業・合弁企業・郷鎮企業・私営企業の拡大による労働時間の増加、投入資本財の質の向上や構成の変化といった投入要素の質的变化を明示的に取り入れるなら、TFP の貢献はもっと小さくなる。これは中国の経済成長がまだ要素投入成長型から脱皮していないことを物語っている。

上述の中長期トレンドは、表 1、表 2 の結果をグラフにした図 1、図 2、図 3 から、より明確に読み取ることができる。⁽¹²⁾

5. 地域・省レベルの計測結果(1981-1995 年)と分析

第 2、3 節の方法論とデータを、東部・中部・西部の 3 地域および 30 の省・直轄市・自治区に適用して得られた結果は、前節の全国レベルの計測結果と共に、表 3 に要約されている。計測結果は、1981-1995 年の全期間および‘六五’‘七五’‘八五’の各 5 ヶ年計画期について、GDP・労働・資本・TFP の平均成長率と、GDP 成長に対する労働・資本・TFP の平均貢献率で示されている。表 3 最後の欄は、対応する資本ストックの推計値（1995 年）である。

表 3 に示された計測結果から、15 年間の中国の地域レベル、省レベルの経済成長について、以下のような観察と分析が可能である。

GDP の成長率について、地域間、各省間にかなり大きい格差が存在している。15 年間の平均から見ると、東部地域は中部、西部地域より 2%以上高い。省レベルでは、高成長の広東（14.7%）、福建（14.2%）が低成長の黒竜江（7.2%）、青海（7.3%）に比べ 2 倍

表3 中国経済の成長会計分析(1981-1995年) —全国・地域・各省

		15年間平均(1981-1995)												'六五'(81-85)期間平均												'七五'(86-90)期間平均												'八五'(91-95)期間平均												1995年 資本ストック (億元)
		成長率(%)				貢献率(%)				成長率(%)				貢献率(%)				成長率(%)				貢献率(%)				成長率(%)				貢献率(%)																				
		GDP	労働	資本	TFP	労働	資本	TFP	GDP	労働	資本	TFP	労働	資本	TFP	GDP	労働	資本	TFP	労働	資本	TFP	GDP	労働	資本	TFP	労働	資本	TFP																					
全国		10.23	2.62	10.59	3.75	13.2	50.2	36.6	10.76	3.32	9.74	4.33	15.9	44.0	40.2	7.92	2.61	11.77	0.86	17.0	72.1	10.8	12.03	1.93	10.26	6.06	8.2	41.4	50.4	122168																				
東部		11.97	2.53	15.11	2.98	10.3	64.8	24.9	11.26	3.78	15.67	1.38	16.3	71.5	12.2	8.61	2.02	16.17	-0.68	11.4	96.4	-7.9	16.05	1.78	13.50	8.24	5.4	43.2	51.4	68741																				
中部		9.76	2.81	8.75	4.30	15.9	40.0	44.1	10.85	3.48	7.61	5.53	17.8	31.3	51.0	6.79	2.84	10.12	0.70	23.1	66.5	10.4	11.64	2.11	8.51	6.68	10.0	32.6	57.4	28941																				
西部		9.53	2.65	10.54	3.40	15.5	48.8	35.7	10.54	3.16	9.80	4.45	16.8	41.0	42.2	7.63	2.92	12.09	0.66	21.4	70.0	8.7	10.43	1.88	9.73	5.09	10.1	41.2	48.8	16055																				
東 部 地 域	北京	9.83	2.21	13.27	1.91	10.9	69.7	19.5	9.44	3.50	12.44	1.33	18.0	68.0	14.1	8.22	2.36	15.70	-1.02	13.9	98.5	-12.4	11.81	0.75	11.67	5.43	3.1	51.0	45.9	4620																				
	天津	8.85	1.46	8.56	3.45	7.3	53.7	39.0	9.45	3.06	8.41	3.42	14.4	49.4	36.2	5.24	0.07	8.39	0.55	0.6	88.9	10.5	11.86	1.24	8.87	6.38	4.7	41.5	53.8	2614																				
	河北	11.09	2.94	9.18	5.28	14.3	38.2	47.6	10.24	3.77	8.48	4.30	19.8	38.2	42.0	8.43	2.89	10.83	1.88	18.5	59.3	22.3	14.61	2.15	8.23	9.66	7.9	26.0	66.1	5548																				
	遼寧	9.11	2.33	8.84	3.25	11.7	52.6	35.7	9.42	4.14	6.56	3.97	20.1	37.7	42.1	7.63	1.37	11.65	0.69	8.2	82.7	9.1	10.28	1.48	8.32	5.09	6.6	43.8	49.5	7337																				
	上海	9.29	0.34	14.69	-0.27	1.3	101.6	-2.9	9.12	0.93	17.79	-2.63	3.6	125.2	-28.8	5.70	-0.03	13.99	-3.27	-0.2	157.6	-57.4	13.05	0.13	12.31	5.10	0.4	60.6	39.1	7279																				
	江蘇	13.50	1.96	14.15	5.22	7.0	54.3	38.7	13.20	3.78	13.38	4.45	13.8	52.5	33.7	10.18	1.69	15.02	1.58	8.0	76.4	15.5	17.12	0.40	14.07	9.64	1.1	42.6	56.3	9196																				
	浙江	13.90	2.55	24.08	-0.06	8.6	91.9	-0.5	14.88	4.41	28.65	-2.38	13.9	102.0	-16.0	7.71	1.99	25.19	-6.58	12.1	173.3	-85.4	19.10	1.23	18.41	8.77	3.0	51.1	45.9	6241																				
	福建	14.15	3.31	20.49	2.77	12.4	68.1	19.5	13.29	3.66	24.71	-0.27	14.6	87.4	-2.0	9.81	3.20	19.15	-0.89	17.3	91.8	-9.0	19.36	3.07	17.62	9.45	8.4	42.8	48.8	2924																				
	山東	12.35	2.67	11.05	5.13	9.9	48.6	41.5	11.93	3.16	9.69	5.23	12.1	44.1	43.8	8.37	2.60	13.39	-0.09	14.2	86.9	-1.1	16.76	2.26	10.07	10.26	6.2	32.6	61.2	9022																				
	広東	14.65	3.02	23.61	1.48	10.4	79.4	10.1	12.26	5.31	29.20	-4.83	22.0	117.4	-39.4	12.58	1.14	22.10	1.10	4.6	86.6	8.8	19.12	2.60	19.53	8.18	6.9	50.3	42.8	11761																				
	広西	10.40	2.91	11.45	4.68	18.8	36.2	45.0	8.34	3.48	10.51	2.55	28.0	41.5	30.5	6.14	2.77	12.20	0.27	30.2	65.3	4.4	16.72	2.47	11.64	11.23	9.9	22.9	67.2	2323																				
	海南	14.46	2.25	41.06	-3.74	9.2	116.7	-25.9								9.48	2.53	47.00	-11.3	15.7	203.8	-119	18.44	2.02	36.31	2.33	6.5	80.9	12.6	894																				
	西 部 地 域	山西	9.29	2.54	4.43	5.82	13.9	23.5	62.6	11.80	3.35	2.78	8.73	14.4	11.6	74.0	5.94	2.52	5.80	1.81	21.5	48.1	30.4	10.14	1.76	4.71	6.92	8.8	22.9	68.3	3093																			
		内蒙古	10.37	2.60	12.29	3.51	14.0	52.1	33.8	14.48	3.80	13.54	6.39	14.7	41.1	44.2	6.98	1.91	10.81	1.15	15.3	68.2	16.5	9.65	2.08	12.51	2.98	12.1	57.0	30.9	1586																			
吉林		10.19	3.87	10.07	3.74	22.2	41.1	36.7	10.89	5.27	8.99	4.07	28.3	34.3	37.4	8.59	4.76	11.56	1.00	32.4	56.0	11.7	11.07	1.57	9.65	6.14	8.3	36.3	55.5	2410																				
黒竜江		7.23	2.45	7.18	2.11	14.7	56.1	29.2	7.21	3.54	6.18	2.18	21.3	48.4	30.2	6.56	2.16	8.52	0.81	14.3	73.3	12.3	7.92	1.65	6.83	3.34	9.1	48.7	42.2	4010																				
安徽		11.51	3.19	6.24	6.86	14.5	25.8	59.6	14.29	4.00	4.25	10.17	14.7	14.2	71.2	5.87	3.03	8.43	0.27	27.1	68.4	4.5	14.36	2.55	6.05	10.15	9.3	20.0	70.6	3734																				
江西		10.52	2.83	10.68	4.78	17.0	37.6	45.5	10.36	2.90	10.58	4.62	17.6	37.8	44.6	7.41	2.91	11.54	1.31	24.7	57.6	17.7	13.78	2.68	9.93	8.42	12.3	26.7	61.1	1929																				
河南		10.85	3.20	9.95	5.04	18.1	35.4	46.5	11.90	3.95	8.52	6.18	20.4	27.6	52.0	7.66	3.16	12.18	1.01	25.3	61.4	13.2	13.00	2.50	9.16	7.92	11.8	27.2	61.0	4936																				
湖北		10.51	2.09	10.63	4.27	10.2	49.1	40.6	12.30	2.88	10.54	5.70	12.0	41.7	46.3	6.25	1.95	10.90	-0.04	16.0	84.7	-0.7	12.97	1.44	10.43	7.16	5.7	39.1	55.2	3885																				
湖南		8.94	2.56	9.67	3.68	17.8	41.0	41.2	9.09	2.72	8.51	4.17	18.6	35.5	45.9	6.66	3.00	10.93	0.66	28.0	62.2	9.8	11.06	1.96	9.58	6.21	11.0	32.8	56.1	3604																				
西 部 地 域		四川	9.13	2.38	12.00	2.68	15.1	55.6	29.4	9.74	2.81	11.24	3.36	16.6	48.8	34.5	6.38	2.80	13.89	-1.11	25.3	92.1	-17.3	11.26	1.54	10.86	5.78	7.9	40.8	51.3	5369																			
	貴州	9.32	3.50	7.20	4.44	23.5	28.8	47.7	12.53	3.77	6.28	7.82	18.9	18.7	62.4	6.77	4.35	8.40	0.91	40.3	46.2	13.5	8.66	2.37	6.91	4.59	17.2	29.8	53.0	1250																				
	雲南	10.48	3.00	12.57	2.24	13.0	65.6	21.4	11.84	3.84	12.68	3.17	14.7	58.6	26.7	9.42	2.88	13.28	0.85	13.8	77.1	9.0	10.18	2.29	11.75	2.71	10.2	63.2	26.7	2271																				
	西藏	7.86	0.79	9.13	5.35	8.0	23.9	68.1	11.26	0.90	8.68	8.76	6.3	15.9	77.8	2.48	0.41	9.66	0.17	13.0	80.2	6.8	9.83	1.06	9.06	7.13	8.6	19.0	72.5	238																				
	陝西	9.80	2.89	8.24	4.81	17.9	33.0	49.1	11.06	3.76	6.93	6.06	20.7	24.6	54.8	8.89	2.80	10.40	3.11	19.2	45.9	35.0	9.44	2.11	7.38	5.26	13.6	30.6	55.7	2475																				
	甘肅	9.24	2.55	6.50	4.75	14.0	34.5	51.4	8.48	3.09	4.68	4.61	18.6	27.1	54.3	9.59	2.76	8.74	3.90	14.6	44.7	40.6	9.66	1.79	6.09	5.76	9.4	31.0	59.6	1422																				
	青海	7.31	2.44	4.57	3.96	19.0	26.8	54.1	9.09	3.27	3.40	5.76	20.6	16.1	63.4	5.28	2.19	5.60	1.62	23.7	45.5	30.8	7.58	1.84	4.73	4.50	13.9	26.8	59.4	553																				
	寧夏	9.21	3.43	8.97	3.24	20.1	44.7	35.2	11.55	3.85	6.43	6.52	18.0	25.5	56.4	7.95	3.52	11.78	0.64	23.9	68.0	8.1	8.14	2.92	8.69	2.57	19.4	49.0	31.6	494																				
	新疆	11.32	1.81	14.24	3.84	8.7	57.4	33.9	12.49	1.94	16.00	4.14	8.5	58.4	33.1	9.67	1.70	13.92	2.40	9.5	65.6	24.8	11.80	1.80	12.80	4.98	8.3	49.5	42.2	2134																				

(注1)30の省及び3地域の資本ストックの合計は全国より若干小さい(各省合計の場合5.8%、各地域合計の場合7.8%)。その原因は、「不分区」における固定資産投資が各省の固定資産投資に含まれないからである。

(注2)海南省は1988年3月に広東省から分離・昇格した。海南省の15年間平均に対応する結果は、データの得られる1986-1995年間の平均である。

も高くなっている。基本的には、成長率の高い省は東部に、成長率の低い省は西部に集中している。しかし、全国平均以下の省が東部にも4つあるから、東部の省がすべて高く、西部の省がすべて低いという訳ではない。‘六五’‘七五’‘八五’期間の平均から見ると、東部、中部、西部の3地域間で成長率の格差が広がっている。‘六五’期間に、東部の成長率は中部、西部より1%弱高いだけであるが、‘八五’期間に格差は4.4%以上になっている。これは‘六五’期間と比べて‘八五’期間には、中部、西部の成長率があまり変わらないかあるいは逆に下がるのに対して、東部地域ではすべての省で成長率が高まったからである。各省間の成長率の最大格差は‘六五’期間では2倍であるのに、‘八五’期間には3倍近くになっている。

このようにGDP成長については大きな格差が観察されるのに対して、投入要素としての労働の増加率については東部、中部、西部の3地域間に大きな差異が見られない。また、全ての省で‘六五’期間から‘八五’期間にかけて労働投入増加率が低下する傾向にある。この現象は全国的狀況と一致している。GDPに対する貢献率から見ると、東部においてより速いテンポで労働投入の重要性が低下している。

他方、資本投入の増加率は、15年間で見ても、‘六五’‘七五’‘八五’の5ヵ年で見ても、東部の方が中部、西部より常に5%前後高い水準に維持されている。各省間では、資本投入増加率は相当大きく異なっている。資本ストックの水準については、15年間で、東部と中・西部の間のギャップがますます大きく開いてきている。⁽¹³⁾ また、GDP成長率が高い省では資本投入の増加率も高い。従って、資本投入によるGDP成長というパターンは、全国レベルのみならず、地域や省レベルにも該当することになる。しかし、成長への貢献度から見た場合、15ヵ年で平均された資本投入の貢献は、東部(64.8%)の方が中部(40%)や西部(48.8%)より高いが、‘六五’期間から‘八五’期間にかけて、東部では71.5%から43.2%へ大幅に低下する一方、中部(32%前後)や西部(41%前後)ではほとんど変化がない。また、GDP成長率については、東部と中・西部の間に‘六五’期間から‘八五’期間にかけて、格差がさらに拡大する現象が起こっている。この東部と中・西部との間の成長率格差の「さらなる拡大」は、明らかに、労働投入あるいは資本投入の増加によるものではなく、TFP成長の変化によるものである。

TFPの成長率は、15年間の平均で見ても、‘六五’‘七五’期間の平均で見ても、東部より、中・西部のほうが高くなっている。この関係は‘八五’期間になって逆転した。省レベルで見れば、‘六五’と‘七五’期間において、TFP成長率は東部でマイナスの省が多かったが、‘八五’期間には一転して、東部で高成長を達成した省が多くなっている。これに対応して、成長に対するTFPの貢献も、15年間の平均または‘六五’や‘七五’期の平均において、東部より中・西部の方がかなり高いが、‘八五’期間においては、東部はすでに中部より少し低く西部より少し高いという状況にある。つまり、‘六五’期間から‘八五’期間にかけて、東部のTFPの貢献率(12.2%から51.4%へ)が大きく改善されたのに対して、中部(51%から57.4%へ)や西部(42.2%から48.8%)では小幅の改

善にとどまった。

結論的に言えば、中国の地域レベル、省レベルの経済成長について、少なくとも、次の3点を指摘できる。(1) 全国レベルと同じく、各地域、各省の経済成長は資本投入に大きく依存している。(2) 東部が中部、西部より高いGDP成長率を有するのは高い資本投入が原因である。(3) ‘八五’期間において東部と中・西部の間のGDP成長率格差が拡大するのは、東部が中・西部に比べ高い資本投入による成長をさらに推し進めた結果ではない。それは、東部のTFP成長が加速したことによるものである。

6. 要約と結論

本稿の計測結果と分析は以下のように要約できる。改革開放以来の15年間、中国のGDP高成長の主な部分は安定かつ高水準の資本投入によるものである。しかも、最近の成長は、資本投入の重要性を再び高める傾向を見せている。労働投入の成長に対する貢献は安定かつ低水準にとどまったが、90年代に入ってさらに低下する傾向にある。TFPのGDP成長に対する貢献はかなり不安定であり、時には労働投入はもちろん資本投入よりも高くなり、時にはマイナスになることもあった。また、93年以降、資本投入の重要性が高まるにつれて、TFPの貢献が低下しつつある。全国レベルと同様に、各地域、各省の経済成長は資本投入に大きく依存する。東部が中部、西部より高いGDP成長率を有するのは高い資本投入が原因である。‘八五’期間において東部と中・西部とのGDP成長率格差が拡大するのは、東部が中・西部より高い資本投入をさらに推し進めたことによるのではなく、東部でTFP成長が加速したことによる。

本研究の今後の課題として、次の3点があげられる。第1はデータ処理である。TFPの計測結果に大きく影響を与えるのは全社会固定資産投資のデフレーター、つまり固定資産投資価格指数である。特に省レベルの80年代の固定資産投資価格指数について検討・改善の必要がある。また、全国と各省の両レベルで、まず労働時間と資本稼働率を、次に労働投入と資本投入の質を考慮することが必要である。第2は計測結果のより本質的な分析である。つまり、中国および各省のTFPの変化に影響する要因、すなわちTFPの中身を更に詳しく分析・対比することである。第3は、本研究が採用（開発）したTFP・資本ストック同時推計法の他分野への応用である。まず、同じ方法論を中国の各産業に適用し、全国レベルの計測結果を産業レベルから補完しなければならない。次に、同じ方法論を中国以外の国、特に東アジアの国々に適用し、国際比較の観点から中国の生産性が比較検討されねばならない。このような諸課題をへて、本稿の成長会計分析は、中国経済の成長力の評価とか中国経済の競争力の分析等、より実践的な内容の研究に移行してゆくだろう。⁽¹⁴⁾

付論 解(TFP成長率)の計算プロセス

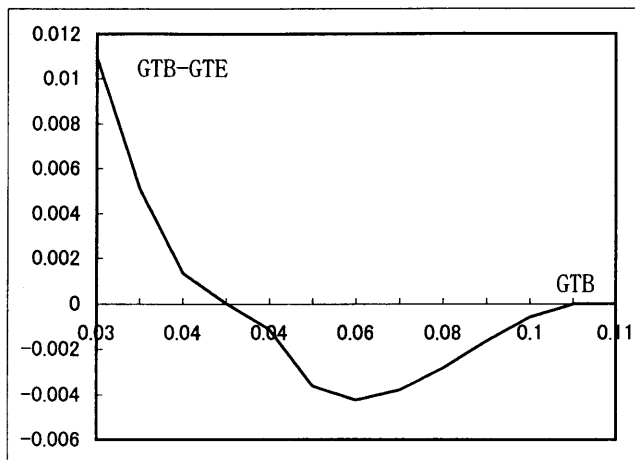
第 2 節で展開された TFP 成長率と資本ストックの同時決定方式は、通常のパソコン・ソフト（例えば Microsoft Excel）を使って、極めて容易に、現実経済の数値計算に適用することができる。表 A1、図 A1、表 A2、図 A2 には、中国の全国レベルのデータに適用した場合（第 4 節、表 1）の具体的な計算プロセスが例示されている。表 A1 と図 A1 は、経済的に意味のある TFP 領域に対する繰り返し計算（この場合は 13 回の繰り返し）の例示である。この表と図から、TFP 成長率の初期値 (GTB) を 0.025 から少しずつ大きくし 0.112 まで変化させると、TFP 成長率の末尾値 (GTE) とのギャップ (GTB-GTE) が、GTB = 0.03746 の点でゼロになることがわかる。つまり、同時決定方式の TFP に関する解は 3.75%（1981-1995 年の平均成長率）であり、それに対応する 1995 年と 1980 年の資本ストック (K95, K80) は、それぞれ、122168 億元と 27055 億元となる。

表 A1 と図 A1 から、GTB = 0.111 も解の 1 つであるとの印象を与えるかもしれない。しかしながら、表 A2 から明かなように、これは経済的に全く無意味な解である。GTB = 0.111 に対応する K95 と K80 が異常に大きく、しかも $K95 < K80$ となるからである。表 A2 と図 A2 から、解の条件 (GTB=GTE) を満たす点が、GTB = 0.03746 以外に、少なくとも 5 ヶ所で存在することがわかるが、それらは全て経済的に無意味である。1980 年のストック水準 (K80) がマイナスになるか、プラスで異常に大きくなるからである。従って、第 2 節表 1 の推計値は、経済的に意味のある唯一の解に対応する結果となっている。一般に、経済的に意味のある解をさがし、それが唯一であることを確認するためには、若干の試行錯誤のプロセスが必要になるだろう。

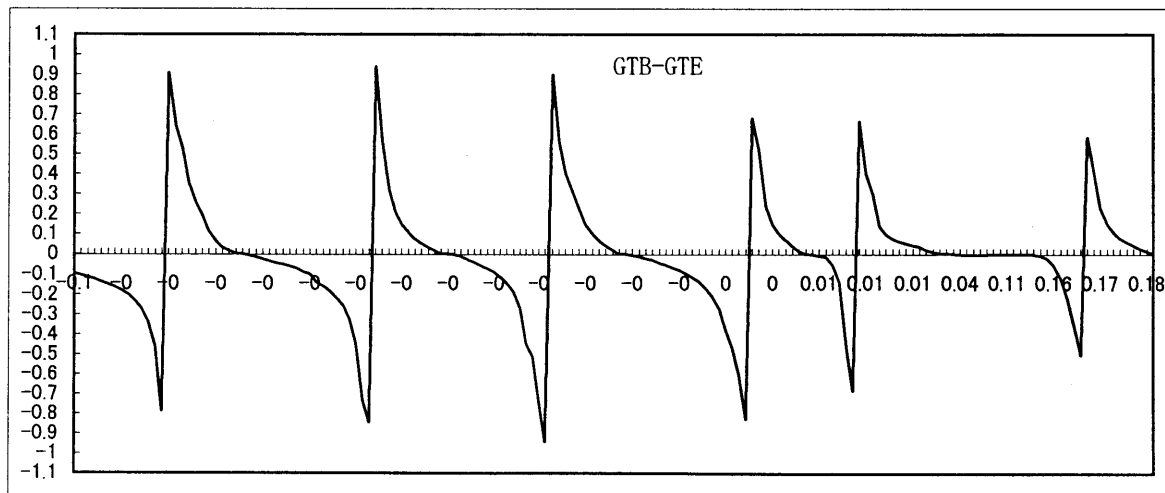
表A1 全国データに対する繰返し計算
(経済的に意味のあるTFP領域)

GDP95		58260	GDP80		13606
GTB	GTB-GTE	K95	K80		
0.025	0.010907	115841	13612		
0.03	0.005095	118150	18518		
0.035	0.001345	120758	24059		
0.03746	7.19E-06	122168	27055		
0.04	-0.00111	123724	30362		
0.05	-0.00362	131079	45987		
0.06	-0.00423	141228	67552		
0.07	-0.00379	156141	99236		
0.08	-0.00281	180196	150347		
0.09	-0.00163	225523	246651		
0.1	-0.00059	342691	495594		
0.111	-3.4E-06	2143673	4322093		
0.112	1.84E-06	5483111	11417310		

図A1 全国データに対する繰返し計算
(経済的に意味のあるTFP領域)



図A2 全国データに対する繰返し計算(TFPの全域)



表A2 全国データに対する繰り返し計算(TFPの全域)

	GTB	GTB-GTE	K95	K80	GTB	GTB-GTE	K95	K80
	-0.05	-0.09551	98238	-23789				
	-0.049	-0.10474	98365	-23518				
	-0.048	-0.11433	98494	-23245				
	-0.047	-0.12453	98624	-22967				
	-0.046	-0.13567	98756	-22687				
	-0.045	-0.14818	98890	-22403				
	-0.044	-0.16268	99026	-22115				
	-0.043	-0.18012	99163	-21823				
	-0.042	-0.20202	99302	-21528				
	-0.041	-0.23106	99443	-21229				
	-0.04	-0.27247	99585	-20926				
	-0.039	-0.33801	99730	-20619				
	-0.038	-0.46107	99876	-20308				
	-0.037	-0.78882	100025	-19992				
	-0.035	0.90977	100327	-19349				
	-0.0347	0.64274	100374	-19251				
	-0.0345	0.53151	100404	-19185				
	-0.034	0.35929	100482	-19021				
	-0.0335	0.26027	100560	-18855				
	-0.033	0.19559	100639	-18688				
	-0.032	0.11529	100797	-18350				
	-0.031	0.06633	100958	-18008				
	-0.03	0.03231	101122	-17661				
	-0.0295	0.01859	101204	-17486				
	-0.029	0.00635	101287	-17310				
	-0.02872	0.00001	101334	-17210				
	-0.0285	-0.00475	101371	-17132				
	-0.028	-0.01501	101455	-16953				
	-0.0275	-0.02464	101540	-16772				
	-0.027	-0.03383	101626	-16591				
	-0.0265	-0.04274	101712	-16408				
	-0.026	-0.05153	101798	-16224				
	-0.0255	-0.06034	101886	-16038				
	-0.025	-0.06932	101974	-15851				
	-0.024	-0.08854	102151	-15473				
	-0.0235	-0.09923	102241	-15282				
	-0.022	-0.14006	102515	-14701				
	-0.0215	-0.15888	102608	-14504				
	-0.021	-0.18247	102701	-14306				
	-0.0205	-0.21353	102795	-14106				
	-0.02	-0.25722	102890	-13905				
	-0.0195	-0.32466	102985	-13702				
	-0.019	-0.44537	103081	-13498				
	-0.0185	-0.73193	103178	-13292				
	-0.0184	-0.84505	103198	-13250				
	-0.0173	0.94140	103414	-12791				
	-0.017	0.56201	103473	-12665				
	-0.0165	0.31982	103573	-12452				
	-0.016	0.21105	103674	-12239				
	-0.0155	0.14821	103775	-12023				
	-0.015	0.10648	103878	-11806				
	-0.0145	0.07612	103981	-11587				
	-0.014	0.05249	104085	-11366				
	-0.0135	0.03306	104189	-11143				
	-0.013	0.01634	104295	-10919				
	-0.0125	0.00133	104401	-10693				
	-0.012455	0.00004	104411	-10673				
	-0.0124	-0.00153	104423	-10648				
	-0.012	-0.01270	104509	-10465				
	-0.0115	-0.02635	104617	-10236				
	-0.011	-0.04017	104726	-10004				
	-0.0105	-0.05477	104836	-9771				
	-0.01	-0.07092	104946	-9535				
	-0.0095	-0.08974	105058	-9298				
	-0.009	-0.11303	105171	-9059				
	-0.0085	-0.14408	105284	-8818				
	-0.008	-0.18987	105398	-8575				
	-0.0075	-0.26838	105514	-8329				
	-0.007	-0.44534	105630	-8082				
	-0.0069	-0.51255	105654	-8032				
	-0.0067	-0.73535	105701	-7933				
	-0.0066	-0.94141	105724	-7883				
	-0.0059	0.90047	105890	-7531				
	-0.0057	0.56223	105937	-7429				
	-0.0055	0.40341	105985	-7328				
	-0.0053	0.31064	106033	-7226				
	-0.005	0.22592	106106	-7072				
	-0.0045	0.14675	106227	-6814				
	-0.004	0.10001	106349	-6554				
	-0.0035	0.06761	106473	-6292				
	-0.003	0.04241	106597	-6027				
	-0.0025	0.02087	106723	-5760				
					つづき			
					-0.002	0.00074	106850	-5491
					-0.001982	0.00002	106854	-5481
					-0.0019	-0.00328	106875	-5437
					-0.0017	-0.01141	106926	-5328
					-0.0015	-0.01980	106978	-5219
					-0.0013	-0.02858	107029	-5110
					-0.001	-0.04286	107107	-4945
					-0.0008	-0.05346	107159	-4835
					-0.0006	-0.06528	107211	-4724
					-0.0004	-0.07875	107263	-4613
					-0.0002	-0.09449	107315	-4502
					0	-0.11343	107368	-4390
					0.0002	-0.13704	107421	-4278
					0.0004	-0.16775	107474	-4165
					0.0006	-0.21004	107527	-4052
					0.0008	-0.27300	107580	-3939
					0.001	-0.37855	107634	-3825
					0.0011	-0.46439	107661	-3768
					0.0012	-0.59627	107688	-3711
					0.0013	-0.82582	107715	-3653
					0.0019	0.68173	107878	-3307
					0.002	0.52429	107905	-3249
					0.0025	0.23950	108042	-2958
					0.003	0.14864	108181	-2663
					0.0035	0.10047	108320	-2366
					0.004	0.06767	108462	-2067
					0.0045	0.04086	108604	-1764
					0.005	0.01496	108748	-1459
					0.005265	0.00001	108824	-1296
					0.0053	-0.00210	108835	-1274
					0.0054	-0.00833	108864	-1212
					0.0055	-0.01495	108893	-1151
					0.006	-0.05774	109039	-840
					0.0065	-0.14104	109187	-526
					0.007	-0.45782	109336	-209
					0.0071	-0.68589	109366	-145
					0.0076	0.66453	109517	176
					0.0078	0.40351	109578	305
					0.008	0.29658	109639	434
					0.009	0.14052	109947	1090
					0.01	0.09727	110262	1758
					0.011	0.07544	110582	2439
					0.012	0.06165	110909	3134
					0.013	0.05187	111243	3843
					0.014	0.04445	111583	4566
					0.015	0.03854	111931	5305
					0.02	0.02043	113780	9234
					0.025	0.01091	115841	13612
					0.03	0.00510	118150	18518
					0.035	0.00134	120758	24059
					0.03746	0.00001	122168	27055
					0.04	-0.00111	123724	30362
					0.05	-0.00362	131079	45987
					0.06	-0.00423	141228	67552
					0.07	-0.00379	156141	99236
					0.08	-0.00281	180196	150347
					0.09	-0.00163	225523	246651
					0.1	-0.00059	342691	495594
					0.111	0.00000	2143673	4322093
					0.112	0.00000	5483111	11417310
					0.115	-0.00005	-1326651	-3051212
					0.12	-0.00038	-375384	-1030079
					0.13	-0.00242	-114726	-476268
					0.14	-0.00759	-44460	-326974
					0.15	-0.01971	-11787	-257556
					0.16	-0.05582	7094	-217440
					0.165	-0.12490	13831	-203126
					0.167	-0.22045	16179	-198138
					0.168	-0.35268	17289	-195778
					0.1685	-0.50415	17829	-194630
					0.1706	0.58499	19997	-190025
					0.171	0.40731	20392	-189186

注

(1) Krugman [1994] では、市場経済移行期の中国について生産効率の改善を認めるものの、その多くが2度と繰り返すことのできない1度限りのものとみなされている。一般に、投入増大型の「まぼろしのアジア経済」という見方に対して、明治以降の日本の経済発展はマルクス型（投入増大型）からクズネット型（生産性改善型）の成長パターンに変わったとする見方（速水 [1996、第5章]）が対置されてよい。

(2) 例えば、1995年、中国共産党十四次大会第5回全国大会で提出された《国民経済と社会発展“九五”計画及び2010年長期目標に関する建議》によれば、「今後15年の目標を実現するために、もっとも重要なのは二つの全局的な根本転換を実現することである。一つは伝統的な計画経済体制から社会主義市場経済体制への転換、二つ目は経済成長方式の粗放成長(Extensive Growth)型から集約成長(Intensive growth)型への転換である。」呉敬連 [1995]によれば、上記の粗放成長型は要素投入増大型を、集約成長型は全要素生産性増大型を意味する。

(3) その他の生産性研究として、鄭玉鈞他 [1993]、Jefferson 他 [1995] 等がある。

(4) データ期間が偶数年、例えば1986-1995年の10年間になる場合には、Kを対象期間中央すなわち1990年末の資本ストックとみなし、毎年の実質投資額(I(t))を(4)(5)式に対応する

$$(4') \quad K(t+1) = (1-\delta) K(t) + I(t)$$

$$(5') \quad K(t-1) = (K(t) - I(t-1)) / (1-\delta)$$

に従って前後10カ年で累積し、期首・期末平均の年央値((K(t)+K(t+1))/2)を使って資本ストックの成長率を計算すればよい。

(5) GY、GL、 ω 、 δ 、Iに現実の平均値データをあてはめれば、(3)式で決まる期間中央のKはTFP成長率xのみの関数(K(x)と表記)である。このK(x)をベースに、(4)(5)式に従いIの年実績値で前後に(逆)累積し、その成長率を平均したGKもまたxのみの関数(GK(x)と表記)である。このGK(x)は、出発点(1)式の成長会計恒等式($GY = \omega GL + (1-\omega) GK(x) + x$)を成立させなければならない。一般に、データ期間がn年の場合には、資本ストックの平均成長率GK(x)は、分母子がxに関するn次の多項式である有理関数となり、従って、最後の成長会計式はxに関するn+1次の多項式になる。

(6) 年鑑データは年末値であるが、年央値に直すことなく、そのまま使用した。年末値に基づく労働投入の成長率は、年央値に基づくそれとほぼ同じで、TFP推計に大きな影響はないと判断した。

(7) 加重平均のウェイトとして、前者を1/3、後者を2/3に設定した。

(8) 加重平均のウェイトとして、前者を1/3、後者を2/3に設定し、後者の中では、建築材料を1/3、賃金指数を2/3に設定した。

(9) 李京文他 [1993] では資本ストックの水準に関するデータが公表されていないが、その増加率は我々の推計の方が概して1~2%高くなっている。

(10) 表1下段に示されているように、「八五」期間で平均されたTFP成長率は6.06%であり、「六五」期間や「七五」期間に比べ加速している。この意味では、表1の推計値と「八五」期5カ年のデータに基づく推計値とは整合的である。

(11) 在庫投資を含めた固定資本形成データを使用した場合、TFP の成長率は 3.41%、1995 年の資本ストックは 145999 億元になる。この推計のデータ・ソースは SSB-PRC and IER-HU [1997] (Table A. 21, Table A. 22) である。また、Young [1994] (footnote 9)によれば、 I_0 = 基準年の実質投資額、 g = 基準年に先立つ 5 ヶ年の実質投資 (I) の平均成長率、 δ = 減価償却率とすれば、基準年における実質資本ストックの水準 (K_0) は

$$K_0 = I_0 / (g + \delta)$$

によって推計される。この公式を中国全経済に関する表 1 のデータに当てはめると、基準年が 1986 年の場合には $K_0=31864$ 億元、基準年が 1995 年の場合には $K_0=94163$ 億元という推計値が得られる。これらのストック水準は、表 1 に比べかなり小さく、GDP 比で見ても異常に小さくなる。

(12) 図 2 から、本稿の資本ストックは、資本・産出比率がほぼ一定 (1.8~2.3) になる水準で推定されていることがわかる。公表データから計算された ICOR は、この比率よりはるかに大きくなる。

(13) 1995 年の資本ストック (表 3 最後の欄) と 15 ヶ年平均の資本投入増加率を 3 地域で比較された

い。

(14) 成長力の評価については経済企画庁 [1997] を、競争力の分析については江崎・板倉 [1996]、江崎・伊藤・王・板倉 [1996] を参照されたい。

参考文献

- [1] 江崎光男・板倉健「戦後日本の費用構造変化および日中費用構造の国際比較－国際産業連関表の応用例」、佐野敬夫・中村純 (編)『国際産業連関表の作成と利用 (VII)』、アジア経済研究所、1996 年 3 月、pp. 179-196。
- [2] 江崎光男・伊藤正一・王名・板倉健「中国経済のインフレーションと価格競争力」、GSID Discussion Paper No. 41, 名古屋大学、1996 年 3 月。
- [3] 経済企画庁 (編)『21 世紀中国のシナリオ』、大蔵省印刷局、1997 年。
- [4] 速水佑次郎『開発経済学－諸国民の貧困と富』、創文社、1995 年。
- [5] Paul Krugman, "The Myth of Asia's Miracle," *Foreign Affairs*, November/December 1994, pp. 62-78 (ポール・クルーグマン「まぼろしのアジア経済」『中央公論』、1995 年 1 月号、pp. 371-386)。
- [6] Li Jingwen, et al., "Productivity and China's Economic Growth," *The Economic Studies Quarterly*, Vol. 43, No. 4, December 1992, pp. 313-325.
- [7] SSB-PRC (State Statistical Bureau of the People's Republic of China) and IER-HU (Institute of Economic Research, Hitotsubashi University), *The Historical National Accounts of the People's Republic of China 1952-1995*, IER-HU, September 1997.
- [8] World Bank, *China 2020*, The World Bank, 1997.
- [9] Young, Alwyn, "The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience," Working Paper No. 4680, NBER, March 1994.
- [10] 中国社会科学院 (経済学科《1991-2010 年経済発展思路》課題組)「中国経済進入 21 世紀的理論思考

- 与政策選択」、『經濟研究』（中国社会科学院經濟研究所）、1994年第8期、pp. 3-15。
- [11] 国家統計局(編)『中国統計年鑑』（各年版）、中国統計出版社。
- [12] _____『中国固定資産投資統計年鑑 1950—1995』、中国統計出版社、1997年。
- [13] _____『改革開放十七年の中国地区經濟』、中国統計出版社、1996年。
- [14] Jefferson, Gary H, Thomas G. Rawski, 鄭玉韻「改革以来中国工業生産率變動趨勢の估計及其可靠性分析」、『經濟研究』（中国社会科学院經濟研究所）、1995年第12期、pp. 10-22。
- [15] 李京文・D. W. Jorgenson・鄭友敬・黒田昌裕等『生産率与中美日經濟增長研究』、中国社会科学出版社、1993年。
- [16] 吳敬連「怎樣才能實現增長方式的轉變」、『經濟研究』（中国社会科学院經濟研究所）、1995年第11期、pp. 8 - 12。
- [17] 鄭玉韻、Thomas G. Rawski『体制轉換中的中国工業生産率』、社会科学文献出版社、1993年。

Growth Accounting of China for National, Regional, and Provincial Economies: 1981-1995

by

Mitsuo EZAKI and Lin SUN

ABSTRACT

We have presented in this paper a new method of estimating total factor productivity (TFP) and capital stocks simultaneously at the same time, and applied it to the growth accounting of the Chinese economy in the national, regional, and provincial levels. Noting that quality is not allowed for in our capital and labor so that our TFP growth or residual includes also quality improvement of capital and labor, the measurement and analysis of this paper can be summarized as follows. The rapid growth in China for the fifteen years since the Reform and Open-up Policy is mainly due to the high and stable level of capital input, the contribution of which is around 50% of GDP growth. The contribution of labor is small around 15% of GDP growth, and it has been declining steadily. The growth of TFP has been fairly high at the rate around 3~4% with a rising tendency, and its contribution to GDP growth is around 40%. The economic growth of regions and provinces in China also depends heavily on the input of capital. The higher growth in the East region is attributed also to the higher input of capital in the region compared with the Middle and West regions. Between the East and the other two regions, the gap in GDP growth has widened recently during the period of the 8th five-year plan. This is partly due to the capital input promoted further in the East region, but mainly due to the TFP growth accelerated drastically in the East region compared with the other two regions. Again between the East and the other two regions, the gap in per capita GDP has widened remarkable especially in the 1990s. The gap in income within rural households, especially between the West and the other two regions, is a crucial factor to explain this regional income disparity. The level of TFP is also quite important, together with the level of capital, to explain the income disparity in China between regions and provinces. The growth of TFP in each province in the 1990s is closely related with such common factors as the expansion of non-state enterprises, the increase in foreign direct investment and, to a lesser extent, the degree of human development, but it still depends much on the region-specific elements.

1. Introduction

China has achieved average annual growth of 10% during the past 18 years. This rapid growth is anticipated to continue further, though with slight slowdown, by many institutions such as World Bank [1997], Economic Planning Agency of Japan [1997], Chinese Academy of Social Sciences [1994], and so on. Pessimistic views, however, are also found on the sustainability of rapid growth for China. A typical example is the view expressed by Krugman [1994], i.e., "The Myth of East Asia's Miracle," which means that China will also face the limit of growth sooner or later since it depends heavily on the massive increase in inputs with only small improvement in productivity as in the case of Asian NIEs.¹ Internally in China, the necessity to change the pattern of development toward the growth driven by technical progress has been stressed in the 1990s,² making the analysis of productivity and sources of growth a central concern of policy makers.

The purpose of this paper is to provide the growth accounting of GDP level for national, regional, and provincial economies of China, covering the period of 1981-1995 from the 6th to the 8th five-year plans. By the growth accounting, it is aimed at to quantitatively clarify the sources of growth and the role of productivity in the rapid growth period after the introduction of Reform and Open-up Policy in 1978. There already exist several researches on the productivity analysis of China.³ Among others, special reference should be given to the joint research made by Chinese, American, and Japanese scholars (Li, Jorgenson, Zheng and Kuroda [1993], and Li et al. [1992]). It is also the purpose of this paper to compare our measurement with theirs. This paper is different from the existing studies above on the following three scores. First is the methodology. We have developed and used a new method of estimating both capital stocks and total factor productivity (TFP) simultaneously based on the framework of growth accounting. Second is the object of study. We have attempted to provide measurement and analysis not only for the aggregate national economy but also for three aggregate regions (i.e., East, Middle, and West) and thirty provinces (including three municipalities and five autonomous regions).⁴ Third is the analysis of regional disparity by growth accounting. We have applied the framework of growth accounting across the thirty provinces to account for regional income disparity from productivity.

We will discuss the new method and the data processing for measurement in Section 2. Next, we will provide measurement and analysis of growth accounting for the national economy in Section 3 and for the regional and provincial economies in Section 4. Then, we will give an overview of regional income disparity in Section 5 and analyze it across provinces from the growth accounting point of view. Finally, we will provide concluding remarks in Section 7. A technical note is given to the computational procedure of our new method in the

appendix.

2. Methodology and Data

2.1. Simultaneous determination of capital stocks and TFP growth

It is not easy to get data on capital stocks for China as well as for many other countries. In this paper, we will try to estimate capital stocks in China directly on the basis of the growth accounting framework for the period of 15 years (1981-1995), targeting the 6th five-year plan (1981-1985), the 7th five-year plan (1986-1990), and the 8th five-year plan (1991-1995). The essence of our method is to determine both capital stock series and TFP growth consistently at the same time, first, by integrating growth accounting and capital accumulation (stock-flow relation) and, then, by adding to it annual flow data on real investment. We will explain below briefly our methodological framework.

Denoting growth rate of real GDP by GY , growth rate of labor by GL , growth rate of real capital stocks by GK , growth rate of TFP by GT , distribution share of labor by ω , real capital stocks by K , real investment by I , and rate of depreciation by δ , we can express:

$$(1) \quad GY = \omega GL + (1 - \omega) GK + GT \quad (\text{growth accounting identity})^5$$
$$(2) \quad GK = I/K - \delta \quad (\text{capital accumulation identity})$$

By combining the two identities, we get the relationship between capital stocks (K) and investment flows (I):

$$(3) \quad K = [(1 - \omega) / (GY - \omega GL - GT + (1 - \omega) \delta)] \cdot I$$

In this relation, we first select an arbitrary proper value of TFP growth rate (GT) for the target period of 15 years (1981-1995). Next we use the actual observed values of annual growth rates (GY , GL), distribution rate (ω), and depreciation rate (δ) averaged for the same 15 years. Finally, we apply the actual data on real investment (I) averaged again for the same 15 years. Then, we can calculate the level of real capital stocks (K) for the same target period. We regard it as the level of capital stocks at the mid-point of the target period (i.e., mid-year of 1988).

On the basis of this mid-1988 level of capital stocks, we accumulate actual real investment of each year ($I(t)$) back and forth for 15 years by the following formula:

$$(4) \quad K(t+1) = (1 - \delta) K(t) + (I(t) + I(t+1)) / 2$$

$$(5) \quad K(t-1) = [K(t) - (I(t) + I(t-1)) / 2] / (1 - \delta)$$

Then we get a series of capital stocks for 15 years, from which we can calculate average annual growth rate (GK).⁶ Applying this growth rate to the growth accounting formula (eq.(1)), we get a new average growth rate of TFP for the target period (GT), which is different from the initial value set at an arbitrary level at the beginning of the calculation. We, therefore, change the initial value of GT in the proper direction to start the same calculation again, resulting again a different GT at the end of the second calculation. We continue this iterative calculation process until GT at the beginning coincides with GT at the end.

We have explained our method by means of iterative calculation. In general, our method leads to a polynomial equation of high order with respect to the growth rate of TFP (say, x). For example, the polynomial equation will be of x^{16} for the sample period of 15 years.⁷ We will obtain, therefore, several different solutions for the actual economy, of which only one solution will economically make sense judging from the levels of TFP growth and capital stocks, as can be seen from the measurement of Section 3 and the solution process in the Appendix.

2.2. Data processing (1980-1995)

We have applied the methodology above, first, to the national economy as a whole and, then, to three aggregate regions and thirty provinces. Prior to the presentation of measurement, we will briefly explain sources, concepts and processing of the data used in our measurement.

To begin with are the sources of data. The data used in this paper are all derived from such official publications as Statistical Yearbooks of the Government of China (especially of the State Statistical Bureau). Among others, we have intensively used *China Statistical Yearbook* (various issues), *China Statistical Yearbook on Investment in Fixed Assets: 1990-1995*, and *China Regional Economy: A Profile of 17 Years of Reform and Opening-Up*.

Next are the concepts and processing of data on the five parameters or variables (GY , GL , ω , δ and I) needed to estimate TFP growth rate (GT) and capital stocks (K). First, the rate of GDP growth (GY) depends on real GDP in all of the national, regional, and provincial levels. Second, the rate of labor input growth (GL) is based on “total number of employed persons” available in *China Statistical Yearbook 1996* for the national level.⁸ For the regional and provincial levels, we have relied on both *China Statistical Yearbook* (since 1985) and *China Regional Economy* (before 1985). As a result, changes in working hours and labor quality are not allowed for in the growth accounting of this paper. Third, the distribution share of labor (ω) depends on “payment for laborers” available in *China Statistical Yearbook*. Such data are

available only for the 1993-1995 period in the provincial level, so that the 3-year averages for 1993-1995 are applied to the whole period 1981-1995. Labor shares for the national economy and the three aggregate regions are weighted averages of the component provincial shares. The share is estimated to be 0.515 for the national economy and regarded as common for the whole period.⁹ Fourth, the rate of depreciation (δ) is estimated to be 0.049, which is the rate of depreciation for state enterprises averaged for 1981-1992. This rate is assumed to be common to all levels of the economy for the whole period.

Fifth, and finally, real investment flows (I) are obtained by deflating “total investment in fixed assets” available in *China Statistical Yearbook*. The year 1995 is treated as the benchmark of investment deflator. The investment deflator is derived from “price index of investment in fixed assets” available in *China Statistical Yearbook* for the period 1990-1995 in all levels of the economy. For the period 1980-1989, the deflator in the aggregate national level is the weighted average of “producer price index of machine building industry” (available in *China Statistical Yearbook 1996*) and “total output price index of construction industry” (available in *China Statistical Yearbook of Construction Industry 1996*).¹⁰ The deflators in the provincial level, on the other hand, are the weighted averages of “producer price index of machine building industry” and “producer price index of building materials,” both are available in *China Statistical Yearbook 1996*, incorporating in the latter “real wage index of staff and workers” available in *China Regional Economy* to allow for the increase in wage cost in each province.¹¹

We must note that “total investment in fixed assets” is the lump-sum data on total investment which do not allow for the composition and efficiency of component investment goods. Therefore, the capital stocks obtained by accumulating such total investment are also the lump-sum data on total capital, which allow neither for the composition and efficiency of component capital assets nor for the change in the utilization rate of capital caused by business cycle. The same is true for the data on labor as mentioned already. As a result, the TFP growth measured as residuals in this paper will include changes in the quality of capital and labor as well as variations in working hours and capital utilization. It must be stressed that our TFP indicates productivity of capital and labor in original units before quality adjustments.¹²

3. Growth Accounting for the National Economy

Applying the method and data of Section 2 first to the national economy, we have obtained the estimates on TFP growth and capital stocks (at constant 1995 prices) for the period 1981-1995 as shown in Table 1. Part of the TFP estimates obtained by the joint study team of China, U.S. and Japan (Li, Jorgenson, Zheng and Kuroda [1993, Table 2-3]) are also

Table 1. Growth Accounting of China (1981–1995): National Economy

Year	Growth Rate (%)							Cap.Stocks** (Billion nYuan)
	GDP	Labor	Capital	TFP	TFP(Li)*	OR*	TFP(OR)*	
1981	5.2	3.2	7.4	-0.1	-0.6	-2.0	1.9	2908.2
1982	9.3	3.6	8.2	3.4	4.4	1.1	2.3	3146.2
1983	11.2	2.5	9.6	5.3	3.4	2.0	3.3	3447.0
1984	15.3	3.8	10.8	8.1	7.8	4.4	3.7	3819.6
1985	12.9	3.5	12.8	4.9	4.9	0.7	4.2	4307.1
1986	8.9	2.8	13.8	0.7	0.7	-3.5	4.2	4900.8
1987	11.6	2.9	13.8	3.4	4.5	-1.1	4.5	5575.3
1988	11.3	2.9	13.5	3.2	4.4	-1.1	4.3	6326.5
1989	4.1	1.8	10.5	-2.0	-1.7	-5.1	3.1	6989.8
1990	3.8	2.6	7.4	-1.1	-0.1	-3.0	2.0	7504.3
1991	9.2	2.9	7.1	4.3		2.2	2.1	8035.9
1992	14.2	1.9	8.5	9.2		5.9	3.2	8717.5
1993	13.5	1.3	10.7	7.6		3.5	4.1	9652.5
1994	12.7	2.1	12.4	5.6		1.2	4.4	10846.1
1995	10.6	1.5	12.6	3.7		-0.8	4.4	12218.0
1981–1995	10.2	2.6	10.6	3.8		0.3	3.4	6559.7
1981–1985	10.8	3.3	9.7	4.3	4.0	1.3	3.1	3525.6
1986–1990	7.9	2.6	11.8	0.9	1.6	-2.7	3.6	6259.3
1991–1995	12.0	1.9	10.3	6.1		2.4	3.7	9894.0

* TFP(Li) = Estimates obtained by China, US and Japan team (Li, Jorgenson, Zhen and Kuroda [1993]).

OR = Operation Rate = Actual GDP (Ya)/Potential GDP (Yp)

where $\ln(Yp) = -2.010 + 0.245 \ln(L) + 0.875 \ln(K)$ (L=labor, K=capital, R2=0.992, Sample:1980–1995)

TFP(OR) = TFP – OR

** Capital stocks are measured in real terms at constant 1995 prices.

Table 2. Contributions to GDP Growth: National Economy

Year	Contributions to GDP Growth (%)			Contributions GDP Growth (%)*			Real Investment**	
	Labor	Capital	TFP	Labor+OR	Capital+OR	TFP-OR	(growth, %)	(Billion Yuan)
1981	32	69	-1	13	51	36	2.5	336.9
1982	20	43	37	26	49	25	25.9	424.2
1983	12	41	47	21	50	30	14.5	485.7
1984	13	34	53	28	48	24	23.0	597.3
1985	14	48	38	17	51	32	25.9	752.0
1986	16	75	8	-4	57	47	14.0	857.6
1987	13	58	29	8	53	39	13.3	971.7
1988	13	58	29	8	53	38	10.8	1076.9
1989	23	125	-48	-41	65	75	-19.2	869.8
1990	34	93	-27	-6	55	50	-3.0	844.1
1991	16	37	47	28	49	23	13.1	954.7
1992	7	29	64	28	49	23	25.3	1196.0
1993	5	39	56	18	51	31	27.8	1528.3
1994	8	47	44	13	52	35	18.1	1804.8
1995	7	58	35	4	55	42	10.9	2001.9
1981–1995	13	50	37	11	52	37	13.5	980.1
1981–1985	16	44	40	21	50	29	18.4	519.2
1986–1990	17	72	11	-7	57	50	3.2	924.0
1991–1995	8	41	50	18	51	31	19.0	1497.1

* Growth of operation rate is added to labor and capital growth but subtracted from TFP growth

** Measured in real terms at constant 1995 prices.

listed in Table 1 to be compared with our results. Our estimates and theirs are quite similar in the light of both growth rate and variation pattern of TFP in spite of the difference in methodology adopted.¹³

In Table 1, the average annual rate of TFP growth (GT) is estimated to be 3.8% for the target 1981-1995 period. This is the estimate which is unique and economically makes sense, as can be seen by the process of deriving solutions shown in the Appendix. This is also the estimate obtained by setting the distribution share of labor (ω) and the rate of depreciation (δ) to be 0.515 and 0.049, respectively, for the whole 1981-1995 period. If ω is changed from 0.45 to 0.53, GT varies from 3.2% to 3.9% (while K in 1995 varies from 12212.9 to 12213.4 billion yuans). If δ is changed from 0.030 to 0.049, GT varies from 3.6% to 3.8% (while K in 1995 varies from 13790.5 to 12218.0 billion yuans). If the sample period is changed to the 8th five-year plan period (1991-1995) of 5 years, GT increases from 3.8% to 4.7% (while K in 1995 decreases from 12218.0 to 11018.6 billion yuans).¹⁴ Judging from these sensitivity experiments, we can say that the long-term analysis of 15 years on the basis of the TFP estimates shown in Table 1 will not be affected much even if the labor share and the rate of depreciation are changed to some extent.¹⁵

As can be seen from Table 1, real GDP in China increased at the average 10.2% rate for 15 years since the Reform and Open-up Policy, reaching the average 12.0% rate in the 8th five-year plan period. Growth of labor, however, declined steadily. Real capital stocks increased in parallel with real GDP more or less at the same rate. During the 7th five-year plan period, however, real capital stocks continued to grow and achieved a high rate of 11.8% despite the slow down of real investment to a low 3.2% rate, exceeding the growth of GDP by almost 4%. TFP growth, on the other hand, maintained positive growth in most years, achieving the average 3.8% rate throughout the target period. TFP growth, however, became negative or close to zero especially in the years of recession such as 1981, 1986, 1989 and 1990.

Contributions to GDP growth by production factors are summarized in Table 2. As can be seen from Table 2, labor contribution remained at a low level throughout the period, with the average contribution of 13%, reaching the 30% level only in 2 years under recession of low GDP growth rates. Capital input, on the contrary, was the decisive factor to the growth of GDP throughout the period. Its average contribution was 50%, reaching the level of 70% in the 7th five-year plan period. TFP contribution, on the other hand, was moderate seemingly with a slight upward trend though annual fluctuations were fairly large compared with labor and capital. Its average contribution was 36%, reaching the 50% level in the latest five-year plan period.

Our measurement and observation concerning Table 1 and Table 2 depends more or

less on our treatment of business cycle during the sample period of 15 years. We have already noted that the data on labor and capital are lump-sum totals without allowing for such elements as quality, composition, working hours, utilization rate, etc. These elements are related, in general, to educational improvement, state enterprise reform, foreign direct investment, investment goods imports, and so on, all of which affect the level of TFP as well as its change. We will investigate these elements later in the cross provincial analysis. Here we concentrate only on the business cycle aspect, which is closely related with working hours and utilization rate of capital. Since the data on working hours and utilization rate of capital are not available for China, we have introduced a proxy variable, i.e., operation rate (OR), to get a rough idea on the impact of business cycle on TFP growth. OR is defined as the ratio of actual GDP (Y_a) to potential GDP (Y_p), where the latter Y_p is obtained by regressing Y_a on labor (L) and capital (K) for the sample period 1980-1995. Then, we have modified the original TFP growth by subtracting from it the rate of change in OR. The results are presented also in Table 1 together with the estimated regression equation in the footnote.¹⁶ Contributions to GDP growth are also modified correspondingly and the modified results are also presented in Table 2.

We can derive several interesting observations from the modified results shown in Table 1 and Table 2. First, by eliminating business cycle effects, the TFP growth becomes quite stable at the level of 3% or more throughout the sample period with a small upward trend. Second, by eliminating business cycle effects, the capital contribution becomes quite stable at the level of 50% or more throughout the period. Third, the original and the modified results almost coincide on the TFP growth as well as on the relative contributions of labor, capital and TFP averaged for the whole sample period. We need, however, a reservation for the modified results especially on labor since the labor contribution is now negative in several years. The modification may have been done too much especially for labor.¹⁷

Observations on both original and modified results in Tables 1 and 2 may be summarized in the following way. China has achieved a good growth performance over the 15 years since the introduction of Reform and Open-up Policy. The main factor has been the stable and high level of capital inputs, the contribution of which is around 50% of GDP growth. The labor contribution is small around the 10% level and declining steadily. The TFP growth has been fairly high at the level from 3% to 4% with a slight tendency of acceleration, and its contribution to GDP growth is around 40%. These are the observations on the aggregate national economy to be extended and elaborated further from the regional and provincial point of view.

4. Growth Accounting for Regions and Provinces

Table 3 presents the results obtained by applying the methodology and data of Section 2 to the 3 aggregate regions (East, Middle and West) as well as to the 30 provinces (including 3 municipalities and 5 autonomous regions).¹⁸ It also includes the results obtained for the national economy in the previous section. From Table 3 we can derive several observations and analysis on the economic growth of regions and provinces in China for the past 15 years covering the 6th, 7th and 8th five-year plans.

There exists a fairly big disparity in real GDP growth between regions as well as between provinces. In terms of the average growth rate of 15 years, the East coastal region is higher than the Middle and West regions by over 2%. In the provincial level, rapidly growing Guangdong (14.7%) and Fujian (14.2%) have achieved growth rate twice as high as slowly growing Heilongjiang (7.2%) and Qinghai (7.3%). In general, provinces with high growth rates concentrate in the East region, while provinces with low growth rates in the West region. We cannot say, however, that provinces in the East are all of high growth, and provinces in the West are all of low growth, since there are 4 provinces in the East growing at lower rates than the national average. In terms of the average growth rate of 5 years for the 3 five-year plan periods, the regional disparity between East, Middle and West has widened steadily. During the 6th plan period, growth of the East was higher than the Middle and the West by 1% only, but the disparity became more than 4% during the 8th plan period. From the 6th to the 8th plan, the growth speed of the Middle and West regions was almost unchanged or even declined, but the East region accelerated in growth not only as a region but also in all of its component provinces. Between 30 provinces, the maximum disparity in growth was twice in the 6th plan period but it became almost 3 times in the 8th plan period.

Despite the big disparity in real GDP growth, discrepancy in growth of labor is not large between the three regions. Furthermore, in all provinces, growth of labor declined from the 6th to the 8th plan period, resulting in the same tendency for the national economy. Contribution of labor to GDP growth declined more drastically in the East region.

Growth of capital, on the other hand, was always higher in the East by 4 to 5% than in the Middle and the West. Discrepancy in stock level widened between the East and the other two regions steadily during the entire period of 15 years.¹⁹ In the provincial level, provinces of high GDP growth are those of high capital growth, so that growth driven by capital is true also for the provincial economy. Contribution of capital to GDP growth was especially high in the East (65%) compared with the Middle (40%) and the West (49%) when averaged for the entire 15 years, but it declined in the East drastically from 71% in the 6th plan period to 43% in the 8th plan period, while it remained almost unchanged in the Middle (from 31% to 33%) and in the West (from 41% to 41%). Disparity in GDP growth has been widening between the East and the other two regions, while the capital contribution now differs little and the labor

Table 3. Growth Accounting for National, Regional and Provincial Economies of China: 1981-1995

		Averaged for 15 years (1981-1995)				Averaged for the 6th plan period (1981-1985)				Averaged for the 7th plan period (1986-1990)				Averaged for the 8th plan period (1991-1995)				1995 Cap. Stocks (Billion Yuan)												
		Growth rate (%)				Contribution (%)				Growth rate (%)				Contribution (%)																
		GDP	Labor	Capital	TFP	Labor	Capital	TFP	GDP	Labor	Capital	TFP	Labor	Capital	TFP	GDP	Labor		Capital	TFP	Labor	Capital	TFP							
	National	10.2	2.6	10.6	3.7	13	50	37	10.8	3.3	9.7	4.3	16	44	40	7.9	2.6	11.8	0.9	17	72	11	12.0	1.9	10.3	6.1	8	41	50	1221.7
	East	12.0	2.5	15.1	3.0	10	65	25	11.3	3.8	15.7	1.4	16	71	12	8.6	2.0	16.2	-0.7	11	96	-8	16.0	1.8	13.5	8.2	5	43	51	687.4
	Middle	9.8	2.8	8.7	4.3	16	40	44	10.9	3.5	7.6	5.5	18	31	51	6.8	2.8	10.1	0.7	23	66	10	11.6	2.1	8.5	6.7	10	33	57	289.4
	West	9.5	2.7	10.5	3.4	16	49	36	10.5	3.2	9.8	4.5	17	41	42	7.6	2.9	12.1	0.7	21	70	9	10.4	1.9	9.7	5.1	10	41	49	160.6
E	Beijing	9.8	2.2	13.3	1.9	11	70	19	9.4	3.5	12.4	1.3	18	68	14	8.2	2.4	15.7	-1.0	14	99	-12	11.8	0.8	11.7	5.4	3	51	46	46.2
	Tianjin	8.8	1.5	8.6	3.5	7	54	39	9.4	3.1	8.4	3.4	14	49	36	5.2	0.1	8.4	0.6	1	89	11	11.9	1.2	8.9	6.4	5	42	54	26.1
	Hebei	11.1	2.9	9.2	5.3	14	38	48	10.2	3.8	8.5	4.3	20	38	42	8.4	2.9	10.8	1.9	18	59	22	14.6	2.2	8.2	9.7	8	26	66	55.5
	Liaoning	9.1	2.3	8.8	3.3	12	53	36	9.4	4.1	6.6	4.0	20	38	42	7.6	1.4	11.6	0.7	8	83	9	10.3	1.5	8.3	5.1	7	44	50	73.4
A	Shanghai	9.3	0.3	14.7	-0.3	1	102	-3	9.1	0.9	17.8	-2.6	4	125	-29	5.7	0.0	14.0	-3.3	0	158	-57	13.0	0.1	12.3	5.1	0	61	39	72.8
	Jiangsu	13.5	2.0	14.2	5.2	7	54	39	13.2	3.8	13.4	4.4	14	52	34	10.2	1.7	15.0	1.6	8	76	16	17.1	0.4	14.1	9.6	1	43	56	92.0
	Zhejiang	13.9	2.5	24.1	-0.1	9	92	0	14.9	4.4	28.7	-2.4	14	102	-16	7.7	2.0	25.2	-6.6	12	173	-85	19.1	1.2	18.4	8.8	3	51	46	62.4
S	Fujian	14.2	3.3	20.5	2.8	12	68	20	13.3	3.7	24.7	-0.3	15	87	-2	9.8	3.2	19.1	-0.9	17	92	-9	19.4	3.1	17.6	9.5	8	43	49	29.2
	Shandong	12.4	2.7	11.0	5.1	10	49	42	11.9	3.2	9.7	5.2	12	44	44	8.4	2.6	13.4	-0.1	14	87	-1	16.8	2.3	10.1	10.3	6	33	61	90.2
	Guangdong	14.7	3.0	23.6	1.5	10	79	10	12.3	5.3	29.2	-4.8	22	117	-39	12.6	1.1	22.1	1.1	5	87	9	19.1	2.6	19.5	8.2	7	50	43	117.6
T	Guangxi	10.4	2.9	11.4	4.7	19	36	45	8.3	3.5	10.5	2.5	28	41	31	6.1	2.8	12.2	0.3	30	65	4	16.7	2.5	11.6	11.2	10	23	67	23.2
	Hainan	14.5	2.2	41.1	-3.7	9	117	-26								9.5	2.5	47.0	-11.3	16	204	-119	18.4	2.0	36.3	2.3	6	81	13	8.9
	Shanxi	9.3	2.5	4.4	5.8	14	23	63	11.8	3.3	2.8	8.7	14	12	74	5.9	2.5	5.8	1.8	22	48	30	10.1	1.8	4.7	6.9	9	23	68	30.9
W	Mongolia	10.4	2.6	12.3	3.5	14	52	34	14.5	3.8	13.5	6.4	15	41	44	7.0	1.9	10.8	1.2	15	68	17	9.6	2.1	12.5	3.0	12	57	31	15.9
	Jilin	10.2	3.9	10.1	3.7	22	41	37	10.9	5.3	9.0	4.1	28	34	37	8.6	4.8	11.6	1.0	32	56	12	11.1	1.6	9.7	6.1	8	36	55	24.1
E	Heilongjiang	7.2	2.5	7.2	2.1	15	56	29	7.2	3.5	6.2	2.2	21	48	30	6.6	2.2	8.5	0.8	14	73	12	7.9	1.7	6.8	3.3	9	49	42	40.1
	Anhui	11.5	3.2	6.2	6.9	15	26	60	14.3	4.0	4.3	10.2	15	14	71	5.9	3.0	8.4	0.3	27	68	5	14.4	2.6	6.0	10.1	9	20	71	37.3
S	Jiangxi	10.5	2.8	10.7	4.8	17	38	45	10.4	2.9	10.6	4.6	18	38	45	7.4	2.9	11.5	1.3	25	58	18	13.8	2.7	9.9	8.4	12	27	61	19.3
	Henan	10.9	3.2	10.0	5.0	18	35	46	11.9	3.9	8.5	6.2	20	28	52	7.7	3.2	12.2	1.0	25	61	13	13.0	2.5	9.2	7.9	12	27	61	49.4
T	Hubei	10.5	2.1	10.6	4.3	10	49	41	12.3	2.9	10.5	5.7	12	42	46	6.3	1.9	10.9	0.0	16	85	-1	13.0	1.4	10.4	7.2	6	39	55	38.8
	Hunan	8.9	2.6	9.7	3.7	18	41	41	9.1	2.7	8.5	4.2	19	35	46	6.7	3.0	10.9	0.7	28	62	10	11.1	2.0	9.6	6.2	11	33	56	36.0
	Sichuan	9.1	2.4	12.0	2.7	15	56	29	9.7	2.8	11.2	3.4	17	49	35	6.4	2.8	13.9	-1.1	25	92	-17	11.3	1.5	10.9	5.8	8	41	51	53.7
M	Guizhou	9.3	3.5	7.2	4.4	24	29	48	12.5	3.8	6.3	7.8	19	19	62	6.8	4.3	8.4	0.9	40	46	14	8.7	2.4	6.9	4.6	17	30	53	12.5
I	Yunnan	10.5	3.0	12.6	2.2	13	66	21	11.8	3.8	12.7	3.2	15	59	27	9.4	2.9	13.3	0.9	14	77	9	10.2	2.3	11.8	2.7	10	63	27	22.7
D	Tibet	7.9	0.8	9.1	5.4	8	24	68	11.3	0.9	8.7	8.8	6	16	78	2.5	0.4	9.7	0.2	13	80	7	9.8	1.1	9.1	7.1	9	19	72	2.4
D	Shaanxi	9.8	2.9	8.2	4.8	18	33	49	11.1	3.8	6.9	6.1	21	25	55	8.9	2.8	10.4	3.1	19	46	35	9.4	2.1	7.4	5.3	14	31	56	24.7
L	Gansu	9.2	2.5	6.5	4.8	14	35	51	8.5	3.1	4.7	4.6	19	27	54	9.6	2.8	8.7	3.9	15	45	41	9.7	1.8	6.1	5.8	9	31	60	14.2
E	Qinghai	7.3	2.4	4.6	4.0	19	27	54	9.1	3.3	3.4	5.8	21	16	63	5.3	2.2	5.6	1.6	24	45	31	7.6	1.8	4.7	4.5	14	27	59	5.5
	Ningxia	9.2	3.4	9.0	3.2	20	45	35	11.6	3.8	6.4	6.5	18		56	8.0	3.5	11.8	0.6	24	68	8	8.1	2.9	8.7	2.6	19	49	32	4.9
	Xinjiang	11.3	1.8	14.2	3.8	9	57	34	12.5	1.9	16.0	4.1	8	58	33	9.7	1.7	13.9	2.4	10	66	25	11.8	1.8	12.8	5.0	8	49	42	21.3

*1 Sum of capital stocks by province or by region is smaller than national total (5.8% or 7.8%) because of the investment in unseparable regions.

*2 Hainan became the thirtyth province in March 1998. Average for 1981-1995 means that for 1986-1995.

Contribution is generally small. This indicates a significant role of TFP in the widening gap in growth especially in recent years.

TFP growth was higher in the Middle and West regions than in the East region during the period of the 6th and 7th five-year plans, but this relation was reversed in the recent period of the 8th five-year plan. In the provincial level, half or more of the provinces in the East region with negative TFP growth during the 6th and 7th five-year plans all achieved positive and high TFP growth in the recent 8th plan period. Correspondingly, TFP contribution to GDP growth in the East region, which was much lower than the Middle and West regions during the 6th and 7th five-year plans, attained almost the same level in the latest 8th plan period. In other words, the TFP contribution improved drastically in the East (from 12% to 51%) but not much in the Middle (from 51% to 57%) and in the West (from 42% to 49%).

In sum, at least three observations can be derived from Table 3 on the economic growth of China in the regional and provincial level. First, the economic growth of regions and provinces in China depends heavily on the input of capital as for the national economy. Second, the higher growth in the East region is attributed to the higher input of capital in the region compared with the Middle and West regions. Third, the gap in GDP growth widened between the East and the other two regions during the period of the 8th five-year plan. This is partly due to the capital input promoted further in the East, but mainly due to the TFP growth accelerated drastically in the East compared with the other two regions.

5. Regional Disparity: Overview

Regional disparity or the widening gap between regions is one of the key issues in the current Chinese economy.²⁰ The regional disparity discussed in the previous section has been concerned about the gap in GDP growth, which leads to the gap in economic size or economic capacity between regions. This is an important field of regional development strategy, but most of the researches on regional disparity in the past have focused on the widening gap in income between regions and provinces. Here we will also concentrate on the gap in income between regions and provinces, and analyze it on the basis of the growth accounting applied across the thirty provinces. Before the analysis, we will give an overview of the regional income disparity in China in terms of per capita GDP (Table 4), average wage of formal employees (Table 5), and income of urban and rural households (Table 6). Though this section provides several important facts on the disparity of regional income, it can be skipped to the next section for the analysis of disparity without losing the continuity of argument.²¹

Table 4 presents, first, real per capita GDP of each province at constant 1995 prices for 1980 and 1995 in both absolute and relative levels. The table also provides changes in the

Table 4. Per Capita GDP (at Constant 1995 Prices) by Province: 1980-1995

		1980			1995			1995 minus 1980		Growth Rate (%)			
		GDP/N*	China=1	Guizhou=1	GDP/N*	China=1	Guizhou=1	China=1	Guizhou=1	1981-85	1986-90	1991-90	1981-95
	National	1393	1.00	2.29	4854	1.00	2.62	0.00	0.32	9.3	6.3	10.7	8.7
	East	1552	1.11	2.56	6870	1.42	3.71	0.30	1.15	9.8	6.8	15.0	10.5
	Middle	1116	0.80	1.84	3721	0.77	2.01	-0.03	0.17	9.5	5.1	10.6	8.4
	West	919	0.66	1.51	2985	0.62	1.61	-0.04	0.10	9.3	6.1	9.3	8.2
E	Beijing	3695	2.65	6.09	13073	2.69	7.06	0.04	0.97	7.9	6.5	12.5	9.0
	Tianjin	3527	2.53	5.81	10308	2.12	5.56	-0.41	-0.25	7.9	3.7	10.9	7.5
	Hebei	1160	0.83	1.91	4444	0.92	2.40	0.08	0.49	8.6	6.2	13.6	9.5
	Liaoning	2203	1.58	3.63	6880	1.42	3.71	-0.16	0.08	8.2	6.1	9.7	8.0
A	Shanghai	6433	4.62	10.59	18943	3.90	10.22	-0.71	-0.37	5.6	4.5	12.7	7.6
	Jiangsu	1331	0.96	2.19	7299	1.50	3.94	0.55	1.75	12.2	8.4	16.0	12.2
	Zhejiang	1347	0.97	2.22	8074	1.66	4.36	0.70	2.14	13.7	6.6	18.4	12.9
S	Fujian	1220	0.88	2.01	6965	1.43	3.76	0.56	1.75	11.4	8.1	17.9	12.5
	Shandong	1210	0.87	1.99	5758	1.19	3.11	0.32	1.11	10.7	6.3	16.2	11.1
	Guangdong	1348	0.97	2.22	7973	1.64	4.30	0.67	2.08	10.5	10.6	16.9	12.7
T	Guangxi	1052	0.75	1.73	3543	0.73	1.91	-0.03	0.18	6.4	4.2	15.0	8.6
	Hainan	801	0.58	1.32	5225	1.08	2.82	0.50	1.50	16.8	7.5	16.6	13.6
	Shanxi	1192	0.86	1.96	3569	0.74	1.93	-0.12	-0.04	10.5	4.4	8.3	7.7
M	Mongolia	869	0.62	1.43	3639	0.75	1.96	0.13	0.53	13.0	5.6	11.9	10.2
I	Jilin	1208	0.87	1.99	4414	0.91	2.38	0.04	0.39	10.0	7.4	10.1	9.2
D	Heilongjiang	2225	1.60	3.66	5465	1.13	2.95	-0.47	-0.71	6.2	5.4	6.9	6.2
D	Anhui	830	0.60	1.37	3357	0.69	1.81	0.10	0.44	13.0	4.2	12.8	10.0
L	Jiangxi	838	0.60	1.38	3080	0.63	1.66	0.03	0.28	8.9	5.6	13.1	9.2
E	Henan	900	0.65	1.48	3313	0.68	1.79	0.04	0.31	10.3	5.7	11.7	9.2
	Hubei	1157	0.83	1.91	4142	0.85	2.24	0.02	0.33	10.9	4.4	11.6	9.0
	Hunan	1167	0.84	1.92	3470	0.71	1.87	-0.12	-0.05	7.7	4.9	10.1	7.6
	Sichuan	990	0.71	1.63	3201	0.66	1.73	-0.05	0.10	8.8	5.2	10.8	8.3
W	Guizhou	607	0.44	1.00	1853	0.38	1.00	-0.05	0.00	11.0	5.0	7.4	7.8
	Yunnan	861	0.62	1.42	3044	0.63	1.64	0.01	0.22	10.2	7.6	8.7	8.8
E	Tibet	1067	0.77	1.76	2392	0.49	1.29	-0.27	-0.47	8.9	0.7	8.2	5.9
	Shaanxi	834	0.60	1.37	2843	0.59	1.53	-0.01	0.16	9.9	7.5	8.5	8.6
S	Gansu	784	0.56	1.29	2288	0.47	1.23	-0.09	-0.06	7.1	7.9	7.7	7.6
	Qinghai	784	0.56	1.29	2288	0.47	1.23	-0.09	-0.06	7.1	7.9	7.7	7.6
T	Ningxia	1238	0.89	2.04	3328	0.69	1.80	-0.20	-0.24	9.2	5.3	6.2	6.9
	Xinjiang	1291	0.93	2.13	4819	0.99	2.60	0.07	0.48	11.3	7.4	9.0	9.2

* N = population

Table 5. Average Wage of Formal Employees (at Constant 1995 Prices) by Province: 1980–1995

		1980			1995			1995 minus 1980		Growth Rate (%)			
		Real Wage	China=1	Guizhou=1	Real Wage	China=1	Guizhou=1	China=1	Guizhou=1	81–85	86–90	91–95	81–95
	National	2993	1.00	1.00	5500	1.00	1.23	0.00	0.23	4.4	2.5	5.8	4.2
	East	3043	1.02	1.02	6380	1.16	1.43	0.14	0.41	5.3	3.3	7.0	5.2
	Middle	2955	0.99	0.99	4453	0.81	0.99	-0.18	0.00	3.1	1.7	3.8	2.9
	West	3174	1.06	1.06	4873	0.89	1.09	-0.17	0.02	4.3	1.9	2.9	3.0
E	Beijing	3908	1.31	1.31	8144	1.48	1.82	0.18	0.51	5.1	2.8	7.6	5.2
	Tianjin	3144	1.05	1.05	6501	1.18	1.45	0.13	0.40	5.6	4.4	5.3	5.1
A	Hebei	2670	0.89	0.90	4839	0.88	1.08	-0.01	0.19	4.5	3.6	4.4	4.2
	Liaoning	3505	1.17	1.18	5434	0.99	1.21	-0.18	0.04	3.2	3.3	2.7	3.1
S	Shanghai	3104	1.04	1.04	9279	1.69	2.07	0.65	1.03	6.8	3.9	12.7	7.8
	Jiangsu	2764	0.92	0.93	5943	1.08	1.33	0.16	0.40	7.9	1.8	6.7	5.5
T	Zhejiang	3171	1.06	1.06	6619	1.20	1.48	0.14	0.42	5.6	2.1	7.9	5.2
	Fujian	2035	0.68	0.68	5857	1.06	1.31	0.38	0.63	7.0	5.8	9.5	7.4
M	Shandong	2142	0.72	0.72	5145	0.94	1.15	0.22	0.43	6.1	4.4	8.3	6.3
	Guangdong	3590	1.20	1.20	8520	1.55	1.90	0.35	0.70	5.8	3.1	9.2	6.1
I	Guangxi	2966	0.99	0.99	5105	0.93	1.14	-0.06	0.15	3.9	6.7	2.7	4.4
	Hainan	3440	1.15	1.15	5340	0.97	1.19	-0.18	0.04	2.8	0.7	6.2	3.2
D	Shanxi	2983	1.00	1.00	4721	0.86	1.05	-0.14	0.05	4.6	2.7	2.5	3.3
	Mongolia	2841	0.95	0.95	4134	0.75	0.92	-0.20	-0.03	2.9	1.7	3.3	2.6
L	Jilin	3032	1.01	1.02	4430	0.81	0.99	-0.21	-0.03	2.4	0.8	4.8	2.7
	Heilongjiang	3336	1.11	1.12	4145	0.75	0.93	-0.36	-0.19	1.4	0.2	3.0	1.5
E	Anhui	2609	0.87	0.87	4609	0.84	1.03	-0.03	0.16	4.0	3.0	5.0	4.0
	Jiangxi	2819	0.94	0.95	4211	0.77	0.94	-0.18	0.00	3.0	0.8	4.8	2.9
W	Henan	2563	0.86	0.86	4344	0.79	0.97	-0.07	0.11	3.7	2.3	5.0	3.7
	Hubei	2966	0.99	0.99	4685	0.85	1.05	-0.14	0.05	3.9	2.7	3.1	3.2
S	Hunan	3165	1.06	1.06	4797	0.87	1.07	-0.19	0.01	3.7	2.0	3.1	2.9
	Sichuan	3052	1.02	1.02	4645	0.84	1.04	-0.17	0.01	3.9	2.5	2.6	3.0
E	Guizhou	2983	1.00	1.00	4475	0.81	1.00	-0.18	0.00	3.1	1.9	3.8	2.9
	Yunnan	2822	0.94	0.95	5149	0.94	1.15	-0.01	0.20	5.6	2.4	5.1	4.3
T	Tibet	4218	1.41	1.41	7382	1.34	1.65	-0.07	0.24	7.8	-2.4	8.4	4.6
	Shaanxi	3185	1.06	1.07	4396	0.80	0.98	-0.26	-0.09	4.1	1.7	1.2	2.3
S	Gansu	3462	1.16	1.16	5493	1.00	1.23	-0.16	0.07	5.5	1.1	3.5	3.3
	Qinghai	3462	1.16	1.16	5493	1.00	1.23	-0.16	0.07	5.5	1.1	3.5	3.3
T	Ningxia	3399	1.14	1.14	5079	0.92	1.13	-0.21	0.00	3.2	1.9	3.4	2.8
	Xinjiang	3427	1.14	1.15	5348	0.97	1.20	-0.17	0.05	4.3	2.0	2.9	3.1

Table 6. Annual Per Capita Income (at Constant 1995 Prices) of Urban and Rural Households by Province: 1980-1995

		Urban Households									Rural Households									Urban-Rural Disparity		
		1980		1995		1995 minus 80	Growth Rate (%)				1980		1995		1995 minus 80	Growth Rate (%)				1980 rbn/Rurl	1995 rbn/Rurl	1995 minus80
		Income	China=1	Income	China=1		81-85	86-90	91-95	81-95	Income	China=1	Income	China=1		81-85	86-90	91-95	81-95			
	National	1721	1.00	3892	1.00	0.00	5.0	4.3	7.8	5.7	618	1.00	1578	1.00	0.00	12.3	2.9	4.5	6.6	2.79	2.47	-0.32
	East	1842	1.07	4832	1.24	0.17	6.8	4.9	8.6	6.7	833	1.35	2364	1.50	0.15	12.7	3.1	6.3	7.3	2.21	2.04	-0.17
	Middle	1432	0.83	3173	0.82	-0.02	6.4	3.4	6.9	5.5	561	0.91	1432	0.91	0.00	12.4	3.0	4.6	6.7	2.55	2.21	-0.34
	West	1565	0.91	3453	0.89	-0.02	7.6	2.0	7.1	5.6	551	0.89	1056	0.67	-0.22	10.3	2.9	0.7	4.6	2.84	3.27	0.43
E	Beijing	2312	1.34	5868	1.51	0.16	1.8	11.0	9.1	7.3	897	1.45	3224	2.04	0.59	19.1	3.5	4.9	9.2	2.58	1.82	-0.76
	Tianjin	1884	1.09	4626	1.19	0.09	7.2	3.8	8.2	6.4	1027	1.66	2531	1.60	-0.06	12.0	4.1	3.3	6.5	1.84	1.83	-0.01
A	Hebei	1473	0.86	3674	0.94	0.09	5.9	7.0	6.4	6.4	504	0.81	1669	1.06	0.24	14.3	-0.3	12.7	8.9	2.92	2.20	-0.72
	Liaoning	1885	1.10	3307	0.85	-0.25	2.8	5.1	3.9	3.9	788	1.27	1757	1.11	-0.16	11.1	3.0	3.5	5.9	2.39	1.88	-0.51
S	Shanghai	2214	1.29	6822	1.75	0.47	9.2	3.9	11.0	8.0	1710	2.77	4246	2.69	-0.08	11.8	4.4	4.0	6.7	1.30	1.61	0.31
	Jiangsu	1668	0.97	4209	1.08	0.11	9.0	2.2	8.5	6.6	718	1.16	2547	1.61	0.45	15.2	1.1	11.4	9.2	2.32	1.65	-0.67
T	Zhejiang	1936	1.13	5718	1.47	0.34	9.3	4.1	9.7	7.7	728	1.18	2966	1.88	0.70	17.5	5.4	7.5	10.1	2.66	1.93	-0.73
	Fujian	1686	0.98	4326	1.11	0.13	6.6	6.0	10.7	7.8	553	0.89	2049	1.30	0.40	15.5	2.9	9.9	9.4	3.05	2.11	-0.94
T	Shandong	1451	0.84	3953	1.02	0.17	8.1	4.4	8.6	7.0	655	1.06	1715	1.09	0.03	11.3	0.5	9.1	7.0	2.22	2.30	0.09
	Guangdong	2078	1.21	6850	1.76	0.55	7.9	5.7	11.7	8.5	947	1.53	2699	1.71	0.18	9.6	5.0	7.2	7.3	2.20	2.54	0.34
	Guangxi	1686	0.98	4289	1.10	0.12	7.1	4.8	8.0	6.6	675	1.09	1446	0.92	-0.18	9.1	1.7	5.2	5.3	2.50	2.97	0.47
	Hainan	1829	1.06	4345	1.12	0.05	7.9	2.9	8.2	6.3	799	1.29	1520	0.96	-0.33	9.6	1.1	3.0	4.6	2.29	2.86	0.57
M	Shanxi	1368	0.79	2927	0.75	-0.04	6.2	4.4	5.3	5.3	495	0.80	1208	0.77	-0.04	15.3	1.2	3.1	6.6	2.76	2.42	-0.34
	Mongolia	1270	0.74	2587	0.66	-0.07	7.2	1.9	5.9	5.0	594	0.96	1300	0.82	-0.14	12.6	1.3	3.7	5.9	2.14	1.99	-0.15
D	Jilin	1744	1.01	2914	0.75	-0.26	0.2	3.8	7.5	3.8	497	0.80	1610	1.02	0.22	12.1	9.1	6.2	9.1	3.51	1.81	-1.70
	Heilongjian	1576	0.92	2968	0.76	-0.15	6.9	-0.7	7.1	4.4	545	0.88	1766	1.12	0.24	12.0	8.3	7.1	9.1	2.89	1.68	-1.21
L	Anhui	1384	0.80	3406	0.88	0.07	7.1	4.8	7.1	6.3	506	0.82	1303	0.83	0.01	13.9	1.4	6.0	7.1	2.73	2.61	-0.12
	Jiangxi	983	0.57	3046	0.78	0.21	12.7	3.9	7.7	8.1	503	0.81	1537	0.97	0.16	14.6	3.2	6.0	7.9	1.96	1.98	0.02
E	Henan	1155	0.67	3030	0.78	0.11	7.9	5.2	7.1	6.7	444	0.72	1232	0.78	0.06	12.7	3.2	5.8	7.2	2.60	2.46	-0.14
	Hubei	1474	0.86	3606	0.93	0.07	7.9	4.3	6.6	6.3	690	1.12	1511	0.96	-0.16	12.7	3.3	1.5	5.8	2.14	2.39	0.25
	Hunan	1930	1.12	4070	1.05	-0.08	4.7	3.3	7.6	5.2	778	1.26	1425	0.90	-0.36	10.2	-0.8	3.4	4.3	2.48	2.86	0.37
W	Sichuan	1477	0.86	3586	0.92	0.06	8.6	4.6	5.4	6.2	516	0.84	1158	0.73	-0.10	9.0	4.7	3.4	5.7	2.86	3.10	0.23
	Guizhou	1235	0.72	3427	0.88	0.16	10.0	3.4	8.2	7.2	277	0.45	1087	0.69	0.24	14.7	8.2	5.9	9.6	4.45	3.15	-1.30
E	Yunnan	1501	0.87	3684	0.95	0.07	8.0	3.8	7.1	6.3	408	0.66	1011	0.64	-0.02	13.6	2.2	3.6	6.5	3.67	3.64	-0.03
	Tibet	2413	1.40	4460	1.15	-0.26	7.6	0.2	6.1	4.6	668	1.08	1200	0.76	-0.32	9.0	9.5	-2.1	5.4	3.61	3.72	0.10
S	Shaanxi	1561	0.91	3048	0.78	-0.12	5.5	5.4	3.3	4.7	532	0.86	963	0.61	-0.25	13.5	0.2	-0.5	4.4	2.93	3.17	0.23
	Gansu	905	0.53	2894	0.74	0.22	8.0	-2.5	24.6	10.1	573	0.93	880	0.56	-0.37	5.9	0.5	2.7	3.0	1.58	3.29	1.71
T	Qinghai	905	0.53	2894	0.74	0.22	8.0	-2.5	24.6	10.1	573	0.93	880	0.56	-0.37	5.9	0.5	2.7	3.0	1.58	3.29	1.71
	Ningxia	1656	0.96	3027	0.78	-0.18	5.5	2.7	4.7	4.3	601	0.97	1037	0.66	-0.32	10.0	2.3	-0.3	4.0	2.75	2.92	0.16
	Xinjiang	1580	0.92	3841	0.99	0.07	8.9	2.2	7.8	6.3	733	1.19	1137	0.72	-0.46	11.7	2.3	-3.9	3.4	2.16	3.38	1.22

relative levels of real per capita GDP from 1980 to 1995 (i.e., “1995 minus 1980”) as well as its annual average growth rates for the 3 five-year periods and the entire fifteen-year period. Table 4 indicates the ongoing situation of regional income disparity in China seen from per capita GDP. Namely, the gap between the poorest Guizhou and the richest Shanghai was narrowing though to a very small extent, but the gap between the poorest Guizhou and the other provinces in the East region expanded mostly to a remarkable extent (See “1995 minus 1980”, Guizhou=1). Also in the light of the relative levels to national average (China=1), the gap between provinces of the East and those of the West was widening in general. In terms of the growth rate, on the hand, the difference was small between regions and provinces during the 1980s, but there emerged a big difference in the 1990s.

Table 5 presents similar data on income disparity in terms of the real wage of formal employees at constant 1995 prices. When seen from wage data or as far as formal employees are concerned, the income disparity is far smaller between regions and provinces compared with the case seen from per capita GDP. From 1980 to 1995, the gap in average wage increased to some extent between the East and the other two regions (“1995 minus 1980”, China=1) with trend acceleration in the 1990s as can be seen from the growth rates. Also for the same period, almost all provinces in China increased their relative positions to Guizhou. Wage here is more or less related to urban income in Table 6.

Table 6 compares annual per capita income between urban and rural households in each region or in each province. To put it in another way, Table 6 provides data on income disparity between regions and provinces either within urban households or within rural households. From the table, we can derive three observations with interesting implications on the regional income disparity in China. First, the gap in per capita income between regions and provinces was bigger for the rural households than for the urban both in 1980 and 1995, especially in the latter. Second, from 1980 to 1995, this income gap widened little for the urban households, but much for the rural, resulting especially from the relative decline in rural income of almost all provinces in the West. Third, the urban-rural income gap narrowed in many provinces of the East and Middle regions, but widened mostly in the West region. Table 6, therefore, indicates a crucial role of the rural households and the West region in explaining the regional income disparity in China.

In sum, we can say on the regional disparity in China the following two scores. First, the gap in per capita GDP widened remarkably between the East and the other two regions especially in the 1990s. Second, the income gap within rural households especially between the West and the other two regions was crucial to explain the regional disparity in the 1990s.

6. Regional Disparity: Gap Accounting Analysis

The regional income disparity overviewed in the previous section can be analyzed on the basis of the growth accounting framework applied to the cross section data of thirty provinces. The framework here may better be called “Gap Accounting” rather than “Growth Accounting”, since it accounts for changes in income over regions or provinces rather than changes in income over time. The target here is the disparity in per capita GDP between provinces in 1995, i.e., GDP/N (1995) in Table 4 or Y/N in Table 7.²² In other words, we will compare per capita GDP of each province with the national average and try to account for the discrepancy in per capita GDP in terms of the discrepancy in labor, capital and total factor productivity for each region. The formula for gap accounting applied to the cross section data can be expressed as:

$$(6) \quad \Delta y / y_0 = \omega \Delta l / l_0 + (1-\omega) \Delta k / k_0 + \Delta TFP / TFP_0$$

where $\Delta y = y - y_0$, $\Delta l = l - l_0$, $\Delta k = k - k_0$, $\Delta TFP = TFP - TFP_0$, $y = Y/N$ = per capita GDP, $l = L/N$ = per capita labor input, $k = K/N$ = per capita capital input, TFP = total factor productivity, ω = labor share, N = population, Y = GDP, L = labor input, and K = capital input. Note that the suffix o means the national average, and y_0 , l_0 , k_0 and TFP_0 are all set equal to one (1.0).

All necessary data for 3 aggregate regions and 30 provinces are listed in the first half of Table 7, while the results of gap accounting are presented in the remaining half, the last three columns of which give percentage contributions of labor, capital and TFP to the gap in per capita GDP computed by using eq.(6). Note that TFP/TFP_0 is derived from $\Delta TFP/TFP_0$ where $TFP_0=1$, indicating the absolute level of TFP with the national average as the base.

From Table 7, we can point out, first, on the disparity between three aggregate regions. In the aggregate regional level, capital input is the common key factor to account for regional disparity. That is to say, the higher income in the East is due to the higher input of capital (by 45%), while the lower income in the Middle and the West due to the lower input of capital (by 67% and 50% respectively). TFP is also the key factor, but not common, with the exception of the Middle region. That is to say, the higher income in the East is due to the higher level of TFP (by 53%), while the lower income in the West due to the lower level of TFP (by 57%). Labor input, in general, does not account much for the income disparity either positively or negatively.

Second, within the East region, the capital input factor is dominant for Beijing, Tianjin, Shanghai and Liaoning, while the TFP factor is dominant for Shandong, Jiangsu, Zhejiang and Fujian, to account for the higher per capita GDP than the national average. For Guangdong, the

Table 7. Gap Accounting across Provinces: 1995 *

		N ('0000ps)	GDP (Y) (100m¥)	L ('0000ps)	K (100m¥)	ω (L share)	Y/N=y (¥/psns)	L/N=l (¥/psns)	K/N=k (¥/psns)	Ratio to National Average (China=1)				Gap Rate to National Average (%)				Contribution to Gap Rate (%)		
										y/yo	l/lo	k/ko	TFP/TFP ₀	Δ y/yo	Δ l/lo	Δ k/ko	Δ TFP/TFP ₀	Δ l/lo	Δ k/ko	Δ TFP/TFP ₀
	National	121121	58260	62388	122160	0.515	4810	0.515	10086	1.000	1.000	1.000	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0			
	East	49350	33615	25718	68741	0.499	6812	0.521	13929	1.416	1.012	1.381	1.222	41.6	1.2	38.1	22.2	1	45	53
	Middle	42901	15868	21145	28941	0.554	3699	0.493	6746	0.769	0.957	0.669	0.946	-23.1	-4.3	-33.1	-5.4	-10	-67	-23
	West	27413	8150	14767	16055	0.580	2973	0.539	5857	0.618	1.046	0.581	0.783	-38.2	4.6	-41.9	-21.7	7	-50	-57
E	Beijing	1251	1395	665	4620	0.484	11150	0.532	36930	2.318	1.032	3.662	0.970	131.8	3.2	266.2	-3.0	1	101	-2
	Tianjin	895	920	515	2614	0.445	10284	0.576	29216	2.138	1.118	2.897	1.095	113.8	11.8	189.7	9.5	5	87	8
	Hebei	6437	2850	3252	5548	0.539	4427	0.505	8619	0.920	0.981	0.855	0.999	-8.0	-1.9	-14.5	-0.1	-13	-86	-1
	Liaoning	4037	2793	2028	7337	0.458	6919	0.502	18174	1.439	0.975	1.802	1.039	43.9	-2.5	80.2	3.9	-3	94	9
A	Shanghai	1301	2463	794	7279	0.358	18922	0.610	55932	3.934	1.185	5.546	1.292	293.4	18.5	454.6	29.2	3	87	10
	Jiangsu	7066	5155	3650	9196	0.482	7296	0.517	13014	1.517	1.003	1.290	1.370	51.7	0.3	29.0	37.0	0	28	72
	Zhejiang	4389	3525	2621	6241	0.470	8031	0.597	14220	1.670	1.159	1.410	1.383	67.0	15.9	41.0	38.3	12	31	57
S	Fujian	3165	2161	1567	2924	0.530	6827	0.495	9240	1.419	0.962	0.916	1.479	41.9	-3.8	-8.4	47.9	-5	-10	114
	Shandong	8705	5002	4358	9022	0.457	5747	0.501	10364	1.195	0.972	1.028	1.194	19.5	-2.8	2.8	19.4	-7	7	100
	Guangdong	6838	5382	3551	11761	0.507	7870	0.519	17199	1.636	1.008	1.705	1.287	63.6	0.8	70.5	28.7	1	54	45
T	Guangxi	4543	1606	2382	2323	0.671	3535	0.524	5113	0.735	1.018	0.507	0.925	-26.5	1.8	-49.3	-7.5	4	-76	-28
	Hainan	723	364	335	894	0.589	5037	0.463	12365	1.047	0.898	1.226	1.002	4.7	-10.2	22.6	0.2	-119	215	4
M	Shanxi	3077	1092	1425	3093	0.508	3550	0.463	10051	0.738	0.899	0.997	0.792	-26.2	-10.1	-0.3	-20.8	-20	-1	-80
	Mongolia	2284	833	1029	1586	0.560	3646	0.451	6943	0.758	0.875	0.688	0.969	-24.2	-12.5	-31.2	-3.1	-28	-60	-13
I	Jilin	2551	1129	1271	2410	0.584	4427	0.498	9448	0.920	0.967	0.937	0.967	-8.0	-3.3	-6.3	-3.3	-23	-36	-42
D	Heilongjiang	3701	2015	1543	4010	0.435	5443	0.417	10835	1.132	0.809	1.074	1.183	13.2	-19.1	7.4	18.3	-69	30	139
D	Anhui	6000	2004	3207	3734	0.524	3339	0.535	6223	0.694	1.038	0.617	0.859	-30.6	3.8	-38.3	-14.1	6	-60	-46
L	Jiangxi	4063	1205	2101	1926	0.630	2966	0.517	4741	0.617	1.004	0.470	0.841	-38.3	0.4	-53.0	-15.9	1	-59	-41
E	Henan	9100	3003	4509	4936	0.614	3300	0.495	5424	0.686	0.962	0.538	0.909	-31.4	-3.8	-46.2	-9.1	-7	-64	-29
	Hubei	5772	2391	2594	3885	0.514	4143	0.449	6731	0.861	0.872	0.667	1.088	-13.9	-12.8	-33.3	8.8	-47	-116	64
	Hunan	6353	2196	3467	3604	0.621	3456	0.546	5673	0.719	1.060	0.562	0.874	-28.1	6.0	-43.8	-12.6	12	-67	-45
W	Sichuan	11163	3534	6301	5369	0.577	3166	0.564	4810	0.658	1.096	0.477	0.843	-34.2	9.6	-52.3	-15.7	15	-69	-46
	Guizhou	3420	630	1812	1250	0.627	1843	0.530	3656	0.383	1.029	0.362	0.640	-61.7	2.9	-63.8	-36.0	3	-44	-58
	Yunnan	3990	1207	2149	2271	0.453	3025	0.539	5692	0.629	1.046	0.564	0.831	-37.1	4.6	-43.6	-16.9	6	-61	-45
E	Tibet	236	56	115	238	0.794	2372	0.488	10085	0.493	0.947	1.000	0.528	-50.7	-5.3	-0.0	-47.2	-7	0	-93
	Shaanxi	3513	1000	1748	2475	0.608	2847	0.498	7045	0.592	0.966	0.699	0.743	-40.8	-3.4	-30.1	-25.7	-5	-32	-63
S	Gansu	2438	553	1483	1422	0.509	2270	0.608	5833	0.472	1.181	0.578	0.585	-52.8	18.1	-42.2	-41.5	18	-39	-79
	Qinghai	481	165	242	553	0.571	3435	0.502	11492	0.714	0.974	1.139	0.664	-28.6	-2.6	13.9	-33.6	-5	22	-117
T	Ningxia	512	170	241	494	0.541	3315	0.471	9648	0.689	0.914	0.957	0.755	-31.1	-8.6	-4.3	-24.5	-15	-7	-79
	Xinjiang	1661	835	676	2134	0.544	5025	0.407	12848	1.045	0.790	1.274	1.027	4.5	-21.0	27.4	2.7	-249	289	60

* N=population (10000 persons). Y=real GDP (100 million yuans). L=labor (10000 persons). K=real capital stocks (100 million yuans). Y/N here is computed, while Y/N in Table 4 is from *Statistical Yearbook*.

Table 8. Factors of TFP Growth: Regressions across Provinces (1991–1995)*

g(Y), %	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Constant	3.3244 (1.367)	1.9696 (3.456)	1.8901 (1.098)	1.7973 (1.020)	9.2139 (2.886)	5.4239 (3.914)
g(L), %	0.6313 (4.451)	0.7144 (4.155)	0.7102 (4.163)	0.7104 (4.093)	0.7480 (3.891)	0.7292 (4.223)
g(K), %	0.3687 (4.451)	0.2856 (4.155)	0.2898 (4.163)	0.2896 (4.093)	0.2520 (3.891)	0.2708 (4.223)
HDI, %	0.068 (1.625)		0.0202 (0.726)	0.0235 (0.801)	-0.0458 (-1.313)	
Inon-s/I, %		0.1395 (6.535)	0.1380 (6.375)	0.1371 (6.207)	0.1022 (4.302)	0.1128 (4.966)
FDI/I, %		0.0861 (2.336)	0.0749 (1.862)	0.093 (1.590)	0.0415 (1.060)	0.0408 (1.028)
Trade/GDP, %				-0.0108 (-0.432)		
Dummy-M (Middle)					-1.8982 (-1.828)	-1.1333 (-1.299)
Dummy-W (West)					-3.5612 (-2.716)	-2.2365 (-2.470)
R2	0.513	0.830	0.833	0.834	0.875	0.866
DW	1.328	2.141	2.194	2.213	2.269	2.221

* g(·) = average annual growth rate for 1991–1995.

HDI = Human Development Index, level in 1990.

Inon-s/I = investment of non-state enterprise / total investment, average for 1991–1995.

FDI/I = foreign direct investment / total investment, average for 1991–1995.

Trade/GDP = (exports+imports)/GDP, average for 1991–1995.

Dummy-M = dummy variable for the provinces in the Middle region.

Dummy-W = dummy variable for the provinces in the West region.

R2 = coefficient of determination. DW = Durbin-Watson ratio. () = t-ratio.

Data sources: *China Statistical Yearbook*, *China Regional Economy*, etc.

capital and TFP factors are both important, while for Hainan, the lower input of labor is substituted by the higher input of capital. The lower income in Hebei and Guangxi, on the hand, can be explained mainly by the lower input of capital. Next, in the case of the Middle region where per capita GDP is generally lower, both capital and TFP explain the lower income in many provinces, while labor and capital in some provinces, and labor and TFP in another province. In Heilongjiang, the higher level of TFP offsets the lower level of labor input, resulting in the higher income than the national average. Finally, in the case of the West region, the low level of TFP or the low level of both TFP and capital input is the major factor to account for the much lower level of per capita GDP.

We can see from Table 7 that the level of TFP is quite important in explaining the income disparity in China between regions and provinces. Then, the problem is what accounts for the difference in TFP level between regions and provinces. Table 8 is an attempt to answer this question based again on the cross section data of 30 provinces, though indirectly by explaining the growth of TFP, not the level, in the 1990s for the 8th plan period (1991-1995). Table 8 presents the results of regression where growth of real GDP ($g(Y)$) is explained by growth of production factors ($g(L)$ and $g(K)$), level of human development (HDI), degree of market economy ($Inon-s/I$), degree of openness (FDI/I and $Trade/GDP$), and region-specific factors (Dummy-M and Dummy-W). Note that the coefficients of labor and capital (i.e., share parameters) are constrained to add up to one.²³ It is assumed in the regression that the TFP growth corresponds to the GDP growth unexplained by the growth of labor and capital inputs, i.e., the explanatory variables other than $g(L)$ and $g(K)$. From Table 8, we can see that the non-state enterprises, foreign direct investment and, though to a weaker degree, social development are the important common factors to explain TFP growth in each province.²⁴ Still many, however, may be left unknown since the two region-specific dummy variables are estimated to explain the large gap (1.9~3.6% or 1.1~2.2%) in residuals or TFP growth between provinces in the East and the Middle and West regions.

7. Summary and Conclusion

We have presented in this paper a new method of estimating total factor productivity (TFP) and capital stocks simultaneously at the same time, and applied it to the growth accounting of the Chinese economy in the national, regional, and provincial levels. The measurement and analysis of this paper can be summarized as follows. The rapid growth in China for the fifteen years since the Reform and Open-up Policy is mainly due to the high and stable level of capital input, the contribution of which is around 50% of GDP growth. The contribution of labor is small around 15% of GDP growth, and it has been declining steadily.

The growth of TFP has been fairly high at the rate around 3~4% with a rising tendency, and its contribution to GDP growth is around 40%. The economic growth of regions and provinces in China also depends heavily on the input of capital. The higher growth in the East region is attributed also to the higher input of capital in the region compared with the Middle and West regions. Between the East and the other two regions, the gap in GDP growth has widened recently during the period of the 8th five-year plan. This is partly due to the capital input promoted further in the East region, but mainly due to the TFP growth accelerated drastically in the East region compared with the other two regions. Again between the East and the other two regions, the gap in per capita GDP has widened remarkable especially in the 1990s. The gap in income within rural households, especially between the West and the other two regions, is a crucial factor to explain this regional income disparity. The level of TFP is also quite important, together with the level of capital, to explain the income disparity in China between regions and provinces. The growth of TFP in each province in the 1990s is closely related with such common factors as the expansion of non-state enterprises, the increase in foreign direct investment and, to a lesser extent, the degree of human development, but it still depends much on the region-specific elements.

The research of this paper must be extended and elaborated in the following direction. First is the data improvement. Measurement of TFP and capital stocks here depends heavily on the estimates of real investment, namely, of investment deflator, which must be improved especially for the provincial level in accordance with the improvement in data availability. The same is true also for the quality of capital and labor, including more rigorous treatment of working hours and utilization rate of capital. Second is the content of TFP. The analysis of TFP itself must be extended theoretically and empirically especially for the provincial level, clarifying also the region-specific elements. Third is the application of our new method to other fields. One possible field of application is the growth accounting of industry level to analyze industrial structure as well as to supplement the analysis of the aggregate national level. Another field is to apply the method to other developing countries especially in the East and South Asia to analyze the productivity in China from the point of view of the international comparison. After accomplishing these tasks, the analysis of growth accounting in this paper will shift to more practical problems of the Chinese economy such as evaluation of growth potentials, analysis of international competitiveness, and so on.²⁵

Appendix: Computation of Solutions

The method developed in Section 2 to simultaneously determine TFP growth and capital stocks can be applied to the numerical calculation on the actual economy quite easily by using ordinary PC software such as Microsoft Excel. Table A1, Figure A1, Table A2, and Figure A2 illustrate concrete computation procedure when the method is applied to the national data of the Chinese economy (Section 3, Table 1). Table A1 and Figure A1 illustrate the iterative calculation (with 13 iterations in this case) for the economically meaningful range of TFP. From Table A1 and Figure A1, we can see that the gap (GTB-GTE) between the initial value of TFP growth rate (GTB) at the beginning of calculation and the end value of TFP growth rate (GTE) at the end of calculation becomes zero at the point $GTB=0.03746$ during the process in which GTB is changed bit by bit from 0.025 to 0.112. That is to say, the solution for TFP of the simultaneous determination system is 3.75% (average growth rate for 1981-1995), and the corresponding capital stocks in 1995 and 1980 (K95, K80) are, respectively, 12216.8 and 2705.5 billion yuans.

Table A1 and Figure A1 may give an impression that $GTB=0.111$ is another solution, but this is a solution which is economically meaningless as seen from Table A2, since K95 and K80 which corresponds to $GTB=0.111$ are abnormally large and K95 becomes smaller than K80 (i.e., $K95 < K80$). From Table A2 and Figure A2, we can see that there exist at least 5 points, other than $GTB=0.0347$, which satisfy the condition for solution ($GTB=GTE$), but all of them are economically meaningless since their stock levels in 1980 (K80) become either negative or positive but abnormally large. Therefore, the estimates in Table 1 of Section 2 can be said to correspond to the solution which is unique and economically meaningful. Generally speaking, some process of trial and error will be needed to search the solution which is economically meaningful and to confirm it to be unique.

**Table A1. Iteration for National Data
(Economically Meaningful Range of TFP)**

GDP95		58260	GDP80		13606
GTB	GTB-GTE		K95	K80	
0.025	0.010907		115841		13612
0.03	0.005095		118150		18518
0.035	0.001345		120758		24059
0.03746	7.19E-06		122168		27055
0.04	-0.001111		123724		30362
0.05	-0.00362		131079		45987
0.06	-0.00423		141228		67552
0.07	-0.00379		156141		99236
0.08	-0.00281		180196		150347
0.09	-0.00163		225523		246651
0.1	-0.00059		342691		495594
0.111	-3.4E-06		2143673		4322093
0.112	1.84E-06		5483111		11417310

**Figure A1. Iteration for National Data
(Economically meaningful Range of TFP)**

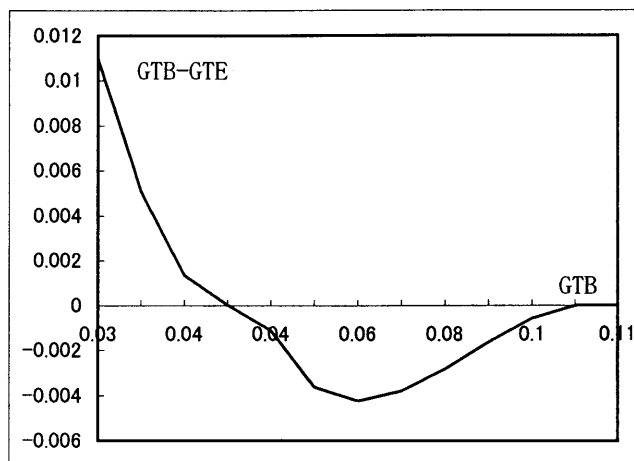


Figure A2. Iteration for National Data (Possible Range of TFP)

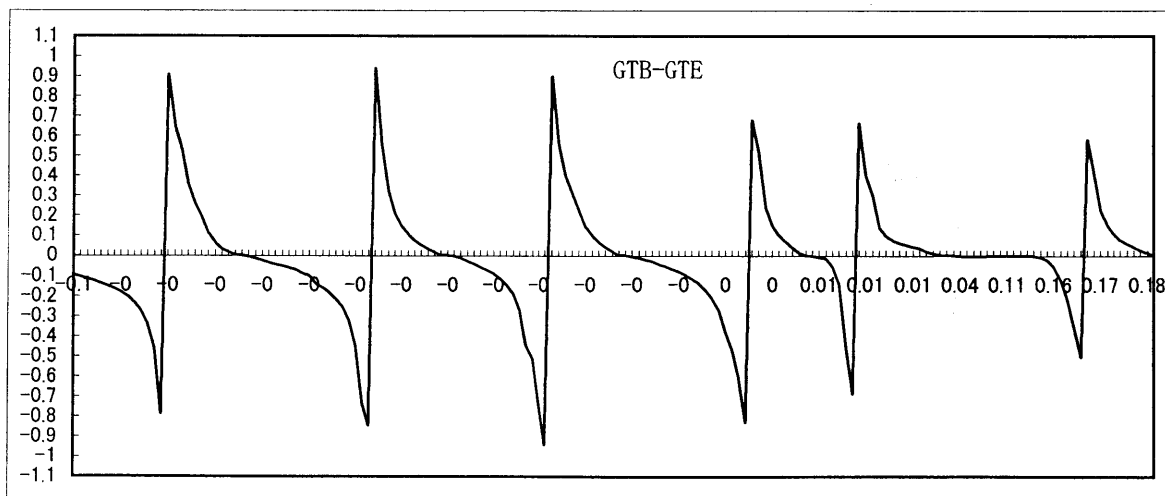


Table A2. Iteration for National Data (Possible Range of TFP)

	GTB	GTB-GTE	K95	K80	GTB	GTB-GTE	K95	K80
	-0.05	-0.09551	98238	-23789	Continued			
	-0.049	-0.10474	98365	-23518	-0.002	0.00074	106850	-5491
	-0.048	-0.11433	98494	-23245	-0.001982	0.00002	106854	-5481
	-0.047	-0.12453	98624	-22967	-0.0019	-0.00328	106875	-5437
	-0.046	-0.13567	98756	-22687	-0.0017	-0.01141	106926	-5328
	-0.045	-0.14818	98890	-22403	-0.0015	-0.01980	106978	-5219
	-0.044	-0.16268	99026	-22115	-0.0013	-0.02858	107029	-5110
	-0.043	-0.18012	99163	-21823	-0.001	-0.04286	107107	-4945
	-0.042	-0.20202	99302	-21528	-0.0008	-0.05346	107159	-4835
	-0.041	-0.23106	99443	-21229	-0.0006	-0.06528	107211	-4724
	-0.04	-0.27247	99585	-20926	-0.0004	-0.07875	107263	-4613
	-0.039	-0.33801	99730	-20619	-0.0002	-0.09449	107315	-4502
	-0.038	-0.46107	99876	-20308	0	-0.11343	107368	-4390
∞	-0.037	-0.78882	100025	-19992	0.0002	-0.13704	107421	-4278
∞	-0.035	0.90977	100327	-19349	0.0004	-0.16775	107474	-4165
	-0.0347	0.64274	100374	-19251	0.0006	-0.21004	107527	-4052
	-0.0345	0.53151	100404	-19185	0.0008	-0.27300	107580	-3939
	-0.034	0.35929	100482	-19021	0.001	-0.37855	107634	-3825
	-0.0335	0.26027	100560	-18855	0.0011	-0.46439	107661	-3768
	-0.033	0.19559	100639	-18688	0.0012	-0.59627	107688	-3711
	-0.032	0.11529	100797	-18350	0.0013	-0.82582	107715	-3653
	-0.031	0.06633	100958	-18008	0.0019	0.68173	107878	-3307
	-0.03	0.03231	101122	-17661	0.002	0.52429	107905	-3249
	-0.0295	0.01859	101204	-17486	0.0025	0.23950	108042	-2958
	-0.029	0.00635	101287	-17310	0.003	0.14864	108181	-2663
U	-0.02872	0.00001	101334	-17210	0.0035	0.10047	108320	-2366
	-0.0285	-0.00475	101371	-17132	0.004	0.06767	108462	-2067
	-0.028	-0.01501	101455	-16953	0.0045	0.04086	108604	-1764
	-0.0275	-0.02464	101540	-16772	0.005	0.01496	108748	-1459
	-0.027	-0.03383	101626	-16591	0.005265	0.00001	108824	-1296
	-0.0265	-0.04274	101712	-16408	0.0053	-0.00210	108835	-1274
	-0.026	-0.05153	101798	-16224	0.0054	-0.00833	108864	-1212
	-0.0255	-0.06034	101886	-16038	0.0055	-0.01495	108893	-1151
	-0.025	-0.06932	101974	-15851	0.006	-0.05774	109039	-840
	-0.024	-0.08854	102151	-15473	0.0065	-0.14104	109187	-526
	-0.0235	-0.09923	102241	-15282	0.007	-0.45782	109336	-209
	-0.022	-0.14006	102515	-14701	0.0071	-0.68589	109366	-145
	-0.0215	-0.15888	102608	-14504	0.0076	0.66453	109517	176
	-0.021	-0.18247	102701	-14306	0.0078	0.40351	109578	305
	-0.0205	-0.21353	102795	-14106	0.008	0.29658	109639	434
	-0.02	-0.25722	102890	-13905	0.009	0.14052	109947	1090
	-0.0195	-0.32466	102985	-13702	0.01	0.09727	110262	1758
	-0.019	-0.44537	103081	-13498	0.011	0.07544	110582	2439
	-0.0185	-0.73193	103178	-13292	0.012	0.06165	110909	3134
∞	-0.0184	-0.84505	103198	-13250	0.013	0.05187	111243	3843
∞	-0.0173	0.94140	103414	-12791	0.014	0.04445	111583	4566
	-0.017	0.56201	103473	-12665	0.015	0.03854	111931	5305
	-0.0165	0.31982	103573	-12452	0.02	0.02043	113780	9234
	-0.016	0.21105	103674	-12239	0.025	0.01091	115841	13612
	-0.0155	0.14821	103775	-12023	0.03	0.00510	118150	18518
	-0.015	0.10648	103878	-11806	0.035	0.00134	120758	24059
	-0.0145	0.07612	103981	-11587	0.03746	0.00001	122168	27055
	-0.014	0.05249	104085	-11366	0.04	-0.00111	123724	30362
	-0.0135	0.03306	104189	-11143	0.05	-0.00362	131079	45987
	-0.013	0.01634	104295	-10919	0.06	-0.00423	141228	67552
	-0.0125	0.00133	104401	-10693	0.07	-0.00379	156141	99236
U	-0.012455	0.00004	104411	-10673	0.08	-0.00281	180196	150347
	-0.0124	-0.00153	104423	-10648	0.09	-0.00163	225523	246651
	-0.012	-0.01270	104509	-10465	0.1	-0.00059	342691	495594
	-0.0115	-0.02635	104617	-10236	0.111	0.00000	2143673	4322093
	-0.011	-0.04017	104726	-10004	0.112	0.00000	5483111	11417310
	-0.0105	-0.05477	104836	-9771	0.115	-0.00005	-1326651	-3051212
	-0.01	-0.07092	104946	-9535	0.12	-0.00038	-375384	-1030079
	-0.0095	-0.08974	105058	-9298	0.13	-0.00242	-114726	-476268
	-0.009	-0.11303	105171	-9059	0.14	-0.00759	-44460	-326974
	-0.0085	-0.14408	105284	-8818	0.15	-0.01971	-11787	-257556
	-0.008	-0.18987	105398	-8575	0.16	-0.05582	7094	-217440
	-0.0075	-0.26838	105514	-8329	0.165	-0.12490	13831	-203126
	-0.007	-0.44534	105630	-8082	0.167	-0.22045	16179	-198138
	-0.0069	-0.51255	105654	-8032	0.168	-0.35268	17289	-195778
	-0.0067	-0.73535	105701	-7933	0.1685	-0.50415	17829	-194630
∞	-0.0066	-0.94141	105724	-7883	0.1706	0.58499	19997	-190025
∞	-0.0059	0.90047	105890	-7531	0.171	0.40731	20392	-189186
	-0.0057	0.56223	105937	-7429	0.172	0.22584	21357	-187136
	-0.0055	0.40341	105985	-7328	0.173	0.15080	22289	-185154
	-0.0053	0.31064	106033	-7226	0.174	0.10857	23192	-183237
	-0.005	0.22592	106106	-7072	0.175	0.08050	24065	-181382
	-0.0045	0.14675	106227	-6814	0.176	0.05964	24911	-179585
	-0.004	0.10001	106349	-6554	0.177	0.04275	25730	-177843
	-0.0035	0.06761	106473	-6292	0.178	0.02806	26525	-176155
	-0.003	0.04241	106597	-6027	0.179	0.01445	27295	-174518
	-0.0025	0.02087	106723	-5760	0.18	0.00110	28043	-172930

Notes:

1. Krugman [1994] admits the improvement in productive efficiency for the transition economy of China, but regards it basically as the once-for-all occurrence without being repeated again. Generally speaking, the Krugman's view on "the Myth of East Asia's Miracle" can be contrasted with the view of Hayami and Ogasawara [1995] or Hayami [1996 (Ch.6)], according to which the Modern Economic Growth (MGE) of Japan since the Meiji era had two phases in sequence: the Marx phase of input-led growth and the Kuznets phase of productivity-led growth. Chen [1997] and Hsiao and Hsiao [1998] give comprehensive evaluations of the Krugman's view on East Asia.
2. "The most urgent task to realize the targets for the coming 15 years is to realize comprehensive and fundamental transformation in two directions. One is the transformation from traditional centrally planned economic system to socialist market economy, and another is the transformation from extensive growth to intensive growth." See "Proposals on the 9th Five-Year Plan of Economic and Social Development and on the Long-Term Targets for the Year 2010" submitted to the 5th National Convention of the Chinese Communist Party in the 14th Session held in 1995. According to Wu [1995], the extensive growth means growth led by increasing factor inputs, while the intensive growth means growth led by increasing productivity.
3. See Li, Jorgenson, Zhen and Kuroda [1993], Zhen and Rawski [1993], Jefferson, Rawski and Zhen [1995], etc.
4. Thirty provinces are as of 1995. Chongqing was recently designated as the fourth municipality under the direct control of the State.
5. This growth accounting identity is of standard traditional type such as eq.(3.4) of Jorgenson and Griliches [1995], eq.(2.3) of Young [1994], eq.(7) of Chen [1997], etc. The labor and capital shares (ω and $1-\omega$), however, are treated as constant, so that we are assuming here a Cobb-Douglas production function of constant returns to scale with technological change of Hicks (or Harrod or Solow) neutrality. Traditionally, the residual or TFP growth (GT) is identified with advances in knowledge, improved resource allocation, economies of scale, etc., incorporating quality improvement of capital and labor into respective factor inputs (e.g., Denison and Chung [1976], Table 4-6). In the measurement of next section, however, we allow neither for labor quality nor for capital quality due to the lack of data, so that the TFP growth measured there eventually incorporates any changes in factor quality in addition to the ordinary residual elements mentioned above.

Level and growth of productivity under the Hicks-neutral technological change are different from those under the Harrod-neutral one. They are, however, easily convertible

between the two technological types in the case of Cobb-Douglas production function. Writing the Cobb-Douglas production function of the two types as

$$Y = A L^\omega K^{1-\omega} = (B L)^\omega K^{1-\omega} \quad (A, B: \text{level of technology}),$$

we get the relationships for the level of and the rate of change in technology as

$$A = B^\omega \quad \text{and} \quad GA = \omega GB \quad (GA, GB: \text{growth rate of } A, B).$$

In this paper, the residual or TFP growth (GT) is measured by GA , which can be converted into GB by GA/ω if the nature of technology is purely labor-augmenting, resulting in the TFP growth to be zero and the growth of labor input to be $(GB+GL)$. The same is true for the case of Solow-type capital-augmenting technological change. Our measurement of TFP growth includes all the elements of productivity change, incorporating both labor- and capital-augmenting ones. In the measurement of TFP growth, the share data (ω) must be selected carefully, since it affects the estimate of TFP growth in a sensitive way especially when labor and capital augmentation (or quality) is explicitly allowed for.

It must be noted further that there are several direct ways to estimate capital stocks (K) such as:

$$K/Y = (I_k / Y) / (g + \delta + n) \quad (\text{Klenow and Rodriguez-Clare [1997]})$$

where I_k = investment in physical capital, g = growth rate of Y/L , and n = growth of working-age population, and

$$K = I / (g + \delta) \quad (\text{e.g., Young [1994]})$$

where g = average growth rate of investment for several years. Our estimates of capital stocks will be different more or less from the estimates based on the equations above. See footnote 15 below for the case of second equation.

6. If the data period is even in number, e.g., 10 years for 1986-1995, we regard K as the stock at the mid-point of the target period, i.e., stock at the end of 1990, and accumulate back and forth for 10 years by the following formula:

$$(4') \quad K(t+1) = (1 - \delta) K(t) + I(t)$$

$$(5') \quad K(t-1) = (K(t) - K(t-1)) / (1 - \delta)$$

Then we can calculate growth rate of capital stocks based on the mid-year level: $(K(t)+K(t+1))/2$.

7. If the actual average data are used for GY , GL , ω , δ and I , the mid-point capital stock K is determined by eq. (3) as a function of TFP growth rate x only (denoted by $K(x)$). Then, the actual annual investment I is accumulated back and forth on the basis of this $K(x)$ by using eqs. (4) and (5), so that its average growth rate GK will also be a function of x only (denoted by $GK(x)$). This $GK(x)$ must satisfy the first identity of growth accounting (eq. (1): $GY = \omega GL + (1-\omega) GK(x) + x$). If the sample period is n years, the growth rate of capital $GK(x)$ can be expressed as a rational function with the polynomial of x^n on both numerator and denominator,

resulting in the growth accounting identity of the polynomial of x^{n+1} .

8. Data on labor in *China Statistical Yearbook* are observed at the end of each year, but the original data are used in growth accounting without converting them to the mid-year levels. Gaps between mid-year and year-end levels are small, affecting little the TFP measurement.

9. The share 0.515 obtained from Statistical Yearbook is a little bit higher than the share 0.469 obtained from the 1995 input-output table, which gives the share of labor by industry as follows: agriculture 0.838, industry 0.303, construction 0.536, transportation and communication 0.502, commerce 0.279, non-material production 0.547. A large share in agriculture indicates that the wage income of self-employment is not excluded from “payment for laborers” at least in that sector, which occupies 21% of GDP. The labor share used in Li [1992] (Table 2, p.344) is 0.52 on the average for the period 1977-1990. Shi [1998] considers the appropriate level of production elasticity of labor for China to be 0.65~0.75, though this is an intuitive judgement based on the estimates by World Bank on developing countries (0.547) and developed countries (0.615).

10. Weights are 1/3 for the former and 2/3 for the latter.

11. Weights are 1/3 for the former and 2/3 for the latter, while 1/3 for building materials and 2/3 for wage cost in the latter.

12. See footnote 5 above. Our estimates of TFP growth are based on average growth rates of output, labor and capital for the sample period of 15 years. Effects of variations in working hours and capital utilization become negligible as far as estimates on average TFP growth for the whole sample period are concerned.

13. Data on the level of capital stocks are not made public in Li, Jorgenson, Zheng, and Kuroda [1993]. Data on the rate of increase in capital stocks are available, and their estimates are lower than ours by 1-2%.

14. As shown at the bottom of Table 1, the average TFP growth for the period of the 8th five-year plan is 6.1%, which indicates acceleration from the period of the 6th or 7th five-year plan. In this sense, Table 1 based on the 1981-1995 period is consistent with the result based on the 5-year data of the 8th five-year plan period.

15. TFP growth and capital stocks in 1995 become 3.41% and 14599.9 billion yuans, respectively, if inventory investment is included in the data for investment in addition to the investment in fixed assets. The data source of this estimation is SSR-HU [1997] (Table A.21 and Table A22). According to Young [1994] (footnote 9), the level of real capital stocks in the benchmark year (K_0) can be estimated by the formula: $K_0 = I_0 / (g + \delta)$, where I_0 = real investment in the benchmark year, g = average growth rate of real investment (I) for the 5 years prior to the benchmark year, and δ = rate of depreciation. Applying this formula to the data of Table 1 for the national economy of China, we get $K_0 = 3186.4$ billion yuans for the

benchmark year 1986, while $K_0 = 9416.3$ for the benchmark year 1995. These stock estimates are fairly small compared with our estimates in Table 1, and their ratios to GDP become abnormally small.

16. The estimated regression equation aims at obtaining potential GDP (Y_p) by envelope, so that the goodness-of-fit was regarded as most important, neglecting the mismatch between labor share and output elasticity of labor. We have attempted also to estimate Y_p by a peak-to-peak log-linear extrapolation of real GDP, resulting in similar estimates and implications as in Tables 1 and 2. In any case, the effects of business cycle can be neglected for the estimates of average growth rates for the whole sample period of 15 years, which are the starting point of our measurement.

17. It is assumed in the calculation of modified contributions that the change in working hours and the change in capital utilization are the same and equal to the change in operation rate. This assumption may be too strong especially on labor.

18. The 3 aggregate regions of East, Middle and West are administratively important for the government of China in regional planning and investment allocation.

19. Compare between regions the capital stocks in 1995 (the last column of Table 3) and the average growth rates of capital over 15 years.

20. Nakagane [1996] gives a comprehensive and thoughtful review on the regional disparity in China. Minematsu, Sakata, Tei and Yamada [1997] discusses the regional development strategy in China, covering the issue of disparity.

21. We have retained this section here without putting it in the appendix, since we consider it a good introduction concerning facts to the next analytical section on gap analysis.

22. Per capita GDP in Table 4 is different from per capita GDP in Table 7. The former is obtained directly from *China Statistical Yearbook*, while the latter by computing the ratio of GDP to population in *China Statistical Yearbook*.

23. Estimated labor share (0.63~0.75) in Table 8 is rather high compared with the national average (0.515). Data on the labor share for 30 provinces range from 0.3 for Shanghai to 0.8 for Tibet. Regressions across provinces in Table 8 are made without weights concerning the size of each province.

24. We have attempted in the regression analysis to use alternatives for each of the explanatory variables in several ways, but the results are not better than the variables listed in Table 8, except HDI for which the health index is better. HDI consists of health, education and income, and the data for HDI as well as its components are available in Minematsu, Sakata, Tei and Yamada [1997].

25. See Economic Planning Agency [1997] for the evaluation of growth potentials. See Ezaki and Itakura [1996] and Ezaki, Ito, Wang and Itakura [1996] for the analysis of competitiveness.

References (* in Chinese, ** in Japanese):

- [1] Chen, Edward K.Y., "The Total Factor Productivity Debate," *Asian-Pacific Economic Literature*, Vol.11, No.1, May 1997, pp.18-38.
- [2]* Chinese Academy of Social Sciences, "Theoretical Consideration and Policy Selection on the Chinese Economy toward the 21st Century," *Economic Studies*, Economic Research Institute, Chinese Academy of Social Sciences, August 1994, pp.3-15.
- [3] Denison, Edward F., and William K. Chung, *How Japan's Economy Grew So Fast: The Sources of Postwar Expansion*, The Brookings Institution, 1976.
- [4]** Economic Planning Agency (Japan), *Scenario for China in the 21st Century*, Government Printing Office, 1997.
- [5]** Ezaki, Mitsuo, and Ken Itakura, "Changes in Cost Structure in the Postwar Japan and International Comparison of Cost Structure Between Japan and China," in T. Sano and J. Nakamura (eds.), *Making and Usage of International Input-Output Table (VII)*, Institute of Developing Economies, March 1996, pp.179-196.
- [6]** Ezaki, Mitsuo, Shoichi Ito, Wang Ming and Ken Itakura, "Inflation and Price Competitiveness in China," GSID Discussion Paper No. 41, March 1996.
- [7] Ezaki, Mitsuo, and Dale W. Jorgenson, "Measurement of Macroeconomic Performance in Japan, 1951-1968," in Dale W. Jorgenson, *Productivity 2: International Comparison of Economic Growth*, The MIT Press, 1995, pp.99-178.
- [8]** Hayami, Yujiro, *Development Economics: Poverty and Wealth of Nations*, Sobun-sha, 1995.
- [9] Hayami, Yujiro, and Junichi Ogasawara, "The Kuznets Versus the Marx Pattern of Modern Economic Growth: A Perspective from the Japanese Experience," Working Paper 95-13, Department of Agricultural, Resource and Managerial Economics, Cornell University, 1995.
- [10] Hsiao, Frank S. T., and Mei-chu W. Hsiao, "Miracle or Myth of Asian NIC's Growth: The Irony of Numbers," *Research in Asian Economic Studies*, JAI Press Inc., Volume 8, 1998, pp.51-68.
- [11]* Jefferson, Gary H., Thomas G. Rawski, and Yuyun Zhen, "Estimation of the Change in Productivity Trend for Chinese Industries after Reform and Its Reliability Analysis," *Economic Studies*, Economic Research Institute, Chinese Academy of Social Sciences, December 1995, pp.10-22.
- [12] Jorgenson, Dale W., and Zvi Griliches, "The Explanation of Productivity Change," in Dale W. Jorgenson, *Productivity 1: Postwar U.S. Economic Growth*, The MIT Press, 1995, pp.51-98.
- [13] Klenow, Peter J., and Andres Rodriguez-Clare, "The Neoclassical Revival in Growth

- Economics: Has It Gone Too Far?," NBER Macroeconomics Annual 1997, The MIT Press, 1997, pp.73-103.
- [14] Krugman, Paul, "The Myth of Asia's Miracle," *Foreign Affairs*, November/December 1994, pp.62-78.
- [15] Li, Jingwen, et al., "Productivity and China's Economic Growth," *The Economic Studies Quarterly*, Vol.43, No.4, December 1992, pp.313-325.
- [16]* Li, Jingwen, Dale W. Jorgenson, Youjing Zheng, and Masahiro Kuroda, *Study on Productivity and Economic Growth in China, U.S. and Japan*, China Social Sciences Publishing House, 1993.
- [17]** Minematsu, Shin, Hisae Sakata, Shohei Tei, and Junichi Yamada, "Current Condition and Issues of the Regional Development Strategy in China," *Development Assistance Study*, Vol.4, No.1, 1997, pp.124-182.
- [18]** Nakagane, Katsuji, "Regional Disparity and Its Structure in China: Review of Problems and Their Future Development," *Asian Economies*, Vol.37, No.2, February 1996, pp.2-34.
- [19]* Shi, Qingqi, et al., "A Study on the Evaluation of the Role of Technical Progress in Economic Growth," in Jian, Julu (ed.), *Measurement on the Role of Science and Technology Progress in Economic Growth*, China Planning Publishing House, 1998, pp.13-50.
- [20] SSB-PRC (State Statistical Bureau of the People's Republic of China) and IER-HU (Institute of Economic Research, Hitotsubashi University), *The Historical National Accounts of the People's Republic Of China 1951-1995*, IER-HU, September 1997.
- [21]* State Statistical Bureau (People's Republic of China), *China Statistical Yearbook*, various issues, China Statistical Publishing House.
- [22]* _____, *China Statistical Yearbook on Investment in Fixed Assets: 1950-1995*, China Statistical Publishing House, 1997.
- [23]* _____, *China Regional Economy: A Profile of 17 Years of Reform and Opening-Up*, China Statistical Publishing House, 1996.
- [24]** Tange, Toshiko, *Changes in International Competitiveness: Japan, U.S., and Southeast Asian Nations*, Bunshindo, 1998.
- [25] World Bank, *China 2020*, The World Bank, 1997.
- [26]* Wu, Jinglian, "How Can We Realize the Change in Growth Pattern?," *Economic Studies*, Economic Research Institute, Chinese Academy of Social Sciences, November 1995, pp.8-12.
- [27] Young, Alwin, "The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience," Working Paper No.4680, NBER, March 1994.
- [28]* Zhen, Yuyun, and Thomas G. Rawski, *China Industrial Productivity under the System Transformation*, Social Science Books Publishing House, 1993.

中国の地域格差と生産性(TFP)

孫 林・江崎光男

Regional Disparity in China and Total Factor Productivity (TFP)

ABSTRACT

Regional disparity or the widening gap between regions is one of the important issues in current Chinese economy. In this paper, first we give an overview of the regional income disparity in China in terms of per capita GDP. Then we analyze the formation of regional disparity or the widening gap between regions and provinces using data on average wage of formal employees, income of urban and rural households, indicators of township and village enterprises (TVE's) and income structure of rural households. Finally we compare per capita GDP of each region and province with the national average, and account for the discrepancy in per capita GDP in terms of the discrepancy in labor input, capital input and total factor productivity (TFP) for each region and province using the growth accounting framework.

The analysis has shown that the gap in per capita GDP widened remarkably especially in the 1990s between the East, Middle and West regions. The main parts of widened regional income disparity came from the widened gap in income within rural households between the East and the other two regions. The crucial factor to explain this widened gap in income within rural households is the discrepancy of TVE's. The results of regional disparity accounting reveal that the level of TFP and the level of capital input are also quite important factors to explain the gap in per capita GDP in China between regions and provinces.

1. はじめに

中国経済は“改革・開放”政策が打ち出された1978年以來の20年間で急速に成長してきた。World Bank(1997)によれば、中国は1978-1995年の17年間で、1人当たりGDPを四倍増し、世界近代史において最も短い期間で1人当たりGDPの倍増を実現した国である。現時点では、全国1人当たりGDPの絶対水準はまだ低いものの(1997年、6079元、735ドル、『中国統計年鑑1998年』による)、20年前と比べると、人々の生活水準が大幅に改善された。また、中国経済全体としても、世界経済における地位が高まりつつある。

一方で、中国はあくまでも、発展途上国であり、政府が公式に発表した貧困人口の数は1998年末の時点でまだ5000万以上である。経済全体が急成長する中で、地域間の人々の所得が発展の差によって、大きく広がり、地域格差の問題が顕著化しつつある。近年、地域格差の問題が経済政策だけの問題ではなくて、国家政治的統一性、民族問題、農民問題

などの国家安定の問題でもであると認識されているから、国内外で、地域格差問題の関心が高まり、中国の地域間経済格差に関する研究が盛んに行なわれている。

本稿の目的は、中国の地域間 1 人当たり GDP 格差の現状を検討する上で、地域格差がいつ、どこで、どのように変化してきたかを分析し、成長会計分析のフレームワークを応用して、横断面データによる地域間 1 人当たり GDP 格差の会計分析を通じて、地域間 1 人当たり GDP 格差と労働、資本、生産性(TFP)との関係を探ってみたい。

格差を観察するには、1980 年と 1995 年二時点の変化および二時点間 5 年ごとの増加率を分析指標として採り上げる。1 人当たり GDP 格差の会計分析は 1980、1985、1990、1995 年四時点で行う。分析の地域対象は、30 の一級行政区（省・直轄市・自治区）¹⁾と地理上で 30 の一級行政区を三分割した東部・中部・西部地域とする²⁾。東部・中部・西部地域データは地域内の省・直轄市・自治区データの集計であり、1 人当たりの指標は加重平均したものである。

データの出所であるが、使われているデータは、全て、中国政府（国家統計局）が正式に公表している年鑑類から採られている。その主なものは、『中国統計年鑑』（各年版）、『中国国内生産総値核算歴史資料 1952－1995』、『改革開放十七年の中国地区経済』である。

本稿の内容は次のように構成している。第二節では中国の地域格差の現状を検討すること、第三節では地域格差の形成を詳しく分析すること、第四節では 1 人当たり GDP 格差の会計分析を展開すること、第五節では分析をまとめ、結論をつけることにしたい。

2. 地域格差の現状

本節では、まず中国の地域間経済格差の現状について検討する。

中兼（1996）によれば、従来の中国の地域格差に関する研究の多くは、地域間（省・市・自治区）と地域内（都市と農村）フローの所得の絶対格差と相対格差を中心とした分析に重点が置かれていた。

本稿でも、フローの所得（主に 1 人当たり GDP）の絶対格差と相対格差を注目する。しかし、本稿では地域格差の形成を解明するために、1 人当たり GDP レベルに止まらず、地域間の職工賃金の格差、地域間の都市住民・農村住民の所得格差及び同地域内の都市住民と農村住民との所得格差を詳しく分析する。また、中国の東部・中部・西部及び 30 の省・市・自治区を対象にして、1980 年と 1995 年という 15 年離れた 2 時点における各種の地域間格差の絶対値、相対値及び中国の‘第 6 次 5 年計画’（1981～1985 年）、‘第 7 次 5 年計画’（1986～1990 年）・‘第 8 次 5 年計画’（1991～1995 年）の平均成長率を出して比較する³⁾。実質指標はすべて 1995 年価格で統一されている。分析の重点は三大地域、省レベル 1 人当たり GDP の格差進展の原因におかれる。

中国では、1 人当たり GDP の地域格差が拡大しているのか。

表 1 は 80 年と 95 年各地域・省の GDP が全国 GDP に占めるシェア、‘六五’・‘七五’・

表1 地域別実質GDPシェアと年平均成長率(%)

		地域別シェア		変化	年平均GDP実質成長率			
		80年	95年		95-80	'六五'	'七五'	'八五'
全 国	全 国	100.0	100.0	0.0	10.8	7.9	12.0	10.2
	東 部	50.8	58.3	7.5	11.3	8.6	16.0	12.0
	中 部	32.1	27.5	-4.6	10.9	6.8	11.7	9.8
	西 部	17.1	14.1	-2.9	10.5	7.6	10.4	9.5
東 部 地 域	北 京	2.8	2.4	-0.4	9.4	8.2	11.8	9.8
	天 津	2.1	1.6	-0.5	9.4	5.2	11.9	8.8
	河 北	4.8	4.9	0.1	10.2	8.4	14.6	11.1
	遼 寧	6.3	4.8	-1.4	9.4	7.6	10.3	9.1
	上 海	5.3	4.3	-1.1	9.1	5.7	13.0	9.3
	江 蘇	6.4	8.9	2.5	13.2	10.2	17.1	13.5
	浙 江	4.2	6.1	1.9	14.9	7.7	19.1	13.9
	福 建	2.5	3.7	1.3	13.3	9.8	19.4	14.2
	山 東	7.2	8.7	1.5	11.9	8.4	16.8	12.4
	広 東	5.7	9.3	3.6	12.3	12.6	19.1	14.7
中 部 地 域	広 西	3.0	2.8	-0.2	8.3	6.1	16.7	10.4
	海 南	0.4	0.6	0.2	14.3	9.3	18.4	14.0
	山 西	2.4	1.9	-0.5	11.8	5.9	10.1	9.3
	内 蒙 古	1.6	1.4	-0.1	14.5	7.0	9.6	10.4
	吉 林	2.2	2.0	-0.2	10.9	8.6	11.1	10.2
	黒 竜 江	5.8	3.5	-2.3	7.2	6.6	7.9	7.2
	安 徽	3.3	3.5	0.2	14.3	5.9	14.4	11.5
	江 西	2.2	2.1	-0.1	10.4	7.4	13.8	10.5
	河 南	5.3	5.2	-0.1	11.9	7.7	13.0	10.9
	湖 北	4.4	4.1	-0.3	12.3	6.3	13.0	10.5
西 部 地 域	湖 南	5.0	3.8	-1.2	9.1	6.7	11.1	8.9
	四 川	7.9	6.1	-1.7	9.7	6.4	11.3	9.1
	貴 州	1.4	1.1	-0.3	12.5	6.8	8.7	9.3
	雲 南	2.2	2.1	-0.1	11.8	9.4	10.2	10.5
	西 蔵	0.2	0.1	-0.1	11.3	2.5	9.9	7.9
	陝 西	2.0	1.7	-0.3	11.1	8.9	9.4	9.8
	甘 肅	1.2	1.0	-0.3	8.5	9.6	9.7	9.2
	青 海	0.5	0.3	-0.2	9.1	5.3	7.6	7.3
	寧 夏	0.4	0.3	-0.1	11.6	8.0	8.1	9.2
	新 疆	1.4	1.4	0.1	12.5	9.7	11.8	11.3

データ出所 『中国国内生産総値核算歴史資料1952~1995』,

『改革開放十七年の中国地区経済』,

『中国統計年鑑』(各年度)。

表2 地域別1人当たり実質GDP(元)、成長率(%)と地域別資本ストック(億元)

		80年		95年		変化	各期間実質成長率				95年資本 ストック
		GDP/人	全国基準	GDP/人	全国基準		95-80	'六五'	'七五'	'八五'	
全 国	全 国	1393	1.00	4854	1.00	0.00	9.3	6.3	10.7	8.7	147822
	東 部	1552	1.11	6870	1.42	0.30	9.8	6.8	15.0	10.5	83043
	中 部	1116	0.80	3721	0.77	-0.03	9.5	5.1	10.6	8.4	39124
	西 部	919	0.66	2985	0.62	-0.04	9.3	6.1	9.3	8.2	23021
東 部 地 域	北 京	3695	2.65	13073	2.69	0.04	7.9	6.5	12.5	9.0	5954
	天 津	3527	2.53	10308	2.12	-0.41	7.9	3.7	10.9	7.5	3414
	河 北	1160	0.83	4444	0.92	0.08	8.6	6.2	13.6	9.5	6431
	遼 寧	2203	1.58	6880	1.42	-0.16	8.2	6.1	9.7	8.0	7757
	上 海	6433	4.62	18943	3.90	-0.71	5.6	4.5	12.7	7.6	8179
	江 蘇	1331	0.96	7299	1.50	0.55	12.2	8.4	16.0	12.2	12988
	浙 江	1347	0.97	8074	1.66	0.70	13.7	6.6	18.4	12.9	7350
	福 建	1220	0.88	6965	1.43	0.56	11.4	8.1	17.9	12.5	4185
	山 東	1210	0.87	5758	1.19	0.32	10.7	6.3	16.2	11.1	11731
	広 東	1348	0.97	7973	1.64	0.67	10.5	10.6	16.9	12.7	11048
中 部 地 域	広 西	1052	0.75	3543	0.73	-0.03	6.4	4.2	15.0	8.6	3163
	海 南	801	0.58	5225	1.08	0.50	16.8	7.5	16.6	13.6	1167
	山 西	1192	0.86	3569	0.74	-0.12	10.5	4.4	8.3	7.7	2446
	内 蒙 古	869	0.62	3639	0.75	0.13	13.0	5.6	11.9	10.2	2404
	吉 林	1208	0.87	4414	0.91	0.04	10.0	7.4	10.1	9.2	3134
	黒 竜 江	2225	1.60	5465	1.13	-0.47	6.2	5.4	6.9	6.2	6410
	安 徽	830	0.60	3357	0.69	0.10	13.0	4.2	12.8	10.0	4640
	江 西	838	0.60	3080	0.63	0.03	8.9	5.6	13.1	9.2	2175
	河 南	900	0.65	3313	0.68	0.04	10.3	5.7	11.7	9.2	7390
	湖 北	1157	0.83	4142	0.85	0.02	10.9	4.4	11.6	9.0	5422
西 部 地 域	湖 南	1167	0.84	3470	0.71	-0.12	7.7	4.9	10.1	7.6	5107
	四 川	990	0.71	3201	0.66	-0.05	8.8	5.2	10.8	8.3	8479
	貴 州	607	0.44	1853	0.38	-0.05	11.0	5.0	7.4	7.8	1682
	雲 南	861	0.62	3044	0.63	0.01	10.2	7.6	8.7	8.8	2858
	西 蔵	1067	0.77	2392	0.49	-0.27	8.9	0.7	8.2	5.9	292
	陝 西	834	0.60	2843	0.59	-0.01	9.9	7.5	8.5	8.6	3901
	甘 肅	784	0.56	2288	0.47	-0.09	7.1	7.9	7.7	7.6	1417
	青 海	1532	1.10	3430	0.71	-0.39	7.3	3.3	6.1	5.6	596
	寧 夏	1238	0.89	3328	0.69	-0.20	9.2	5.3	6.2	6.9	696
	新 疆	1291	0.93	4819	0.99	0.07	11.3	7.4	9.0	9.2	3212

データ出所 表1に同じ。

注 資本ストックの計測方法については、江崎・孫(1998)を参考されたい。95年資本ストックの計測値は全面的に改訂されている。

‘八五’・15年間のGDP平均成長率を示している。これは各地域が全国に占める経済規模の地位の変化と、各期間経済成長の実績を反映している。

“改革開放”以来の15年間、中国の各省・地域が最低7.2%、最高14.7%の成長率で成長してきた結果、95年の全国における経済実力の地位が80年と比べて、大きく変わったのである。東部地域GDPの全国に占めるシェアが7.5ポイントも高くなったのに対して、中部は4.6、西部は2.9ポイントで低下した。省レベルから見ると、躍進したのはほとんど東部の各省であり、中部、西部の各省はほとんど後退したのである。特に、沿海地域の江蘇、浙江、福建、山東、広東五省がそれぞれ2.5、1.9、1.3、1.5、3.6ポイントも高くなっている。旧社会主義時代の重工業基地として知られる遼寧、黒竜江省と“三線”建設の重鎮である四川省の地位は著しく低下したのである⁴⁾。成長率から見れば、80年代では、東部、中部、西部の間で、差はあまりないが、90年代に入って、大きな差が見られる。

表2は80年と95年各地域の一人当たりGDP絶対値、全国平均レベルとの相対値、‘六五’・‘七五’・‘八五’・15年間の一人当たりGDP平均成長率を示している。これは中国の一人当たりGDPから見た地域間経済格差の進行状況を反映している。

1980年から1995年にかけて、東部地域1人当たりGDPが全国平均レベルの1.11倍から1.42倍まで上昇したのに対して、中部地域が0.80倍から0.77倍、西部地域が0.66倍から0.62倍まで低下したのである。つまり、中国では、1980年の時点で1人当たりGDPにおいて、地域間の格差がすでに存在していたが（東部は中部の1.39倍、西部の1.69倍）、1995年の時点では格差がさらに拡大していた（東部が中部の1.85倍、西部の2.3倍）。省レベルから見ると、直轄市の天津、上海と遼寧、黒竜江省が全国平均レベルとの倍率を下げたのに対して、東部の各省は大幅に、中部の各省はわずかであるが全国平均レベルとの倍率を上昇させた。西部の各省ではほとんど倍率が下がっている。15年間を経て、天津、上海といったもともと豊かなところは全国平均レベルの上昇によって、その差が縮まってきた。遼寧、黒竜江省の場合は国有企業の後退によって全国平均レベルとの差が縮まったと考えられる。沿海地域の江蘇、浙江、福建、山東、広東五省の場合は著しい発展によって1980年1人当たりGDPの全国平均レベル以下から1995年のそれを大きく上回るレベルまで上昇した。同時に全国レベルを押し上げたのもこれらの省の貢献である。これに対して、西部各省は全国平均レベルとの差が発展の遅れによってさらに広がっていた。成長率から見ると、格差がさらに広がったのは主に90年代において起きたことがわかる。

次節では西部地域・省が1人当たりGDPにおいて、なぜ90年代で全国平均レベル、東部地域・省との格差をさらに広げたのかを都市部と農村部を分けてもっと詳しく分析していきたい。

3. 地域格差の形成

中国では都市部と農村部の人々の所得にかなりの格差が存在し、各地域、省でこの 15 年間の改善様子もそれぞれ異なっている。そのために、1 人当たり GDP 地域間の格差に対して、都市部と農村部を分けて分析する必要があると思われる。

表 3 は 80 年と 95 年における各地域の職工⁵⁾に関する賃金絶対値、全国平均レベルとの相対値、‘六五’・‘七五’・‘八五’・15 年間の職工賃金平均成長率を示している。これは中国の職工賃金から見た地域間経済格差の進行状況を反映している。

明らかに、東部地域と中部、西部地域との間で職工賃金の格差が少しだけ拡大している。1980 年の時点では、西部の賃金が東部、中部のほうより高かったが（東部が西部の 0.96 倍、中部の 1.03 倍）、1995 年の時点で、逆転され、東部地域が西部地域の 1.3 倍、中部の 1.43 倍になった。しかし、一人当たり GDP ほどの格差は見られない。成長率から見た場合、大きな差がないものの、東部地域の成長がこの 15 年間で中部、西部地域より速かったことがわかる。省レベルの一つ特徴としては国有企業の多い省（遼寧、黒竜江、吉林、内モンゴ、陝西省など）で全国平均レベル賃金との差が広がっている。これはいわゆる国有企業が多い在来工業地域の衰退という新しい経済格差問題でもある⁶⁾。

表 4 は 80 年と 95 年各地域の都市住民と農村住民一人当たりの収入絶対値、全国平均レベルとの相対値、各地域内の都市住民と農村住民一人当たり収入の相対値、‘六五’・‘七五’・‘八五’・15 年間の都市住民と農村住民一人当たりの収入平均成長率を示している。これは中国の都市住民と農村住民一人当たりの収入から見た地域間経済格差の進行状況を反映している。

都市住民一人当たりの収入において、東部地域と中部、西部地域との格差があるものの、あまり広がらなかった。1980 年の時点で、東部地域が中部の 1.29 倍、西部の 1.18 倍であったが、1995 年の時点では、それぞれ、1.52 倍と 1.40 倍である。省レベルでも、東部各省と中部、西部各省との間で顕著な格差進行が見られない。また、職工賃金と同じく、国有企業の多い省では在来工業の衰退で都市失業人口の増加による都市住民一人当たりの収入が全国平均レベルとの差を広げていたが、1 人当たり GDP ほどの格差は見られない。

ところが、農村住民一人当たりの収入において、明確な格差が見られる。全国平均レベルと比べると、東部地域が 1980 年の 1.35 倍から 1995 年の 1.5 倍に上昇し、中部地域が 0.91 倍で変わらない。西部地域が 0.89 倍から 0.67 倍へ低下した。地域間で比較すると、東部地域が中部地域の 1.48 倍から 1.65 倍、西部の 1.51 倍から 2.24 倍になっている。東部地域と西部地域の農村住民 1 人当たりの収入が著しく広がった。省レベルで見ると、東部各省と西部各省との間で、格差がかなり進行している。たとえば、沿海地域の浙江省は 1980 年の時点で、内陸の貴州省の 1.27 倍だったが、1995 年の時点では、その 3.37 倍である。

成長率から見ると、90 年代の農村住民一人当たりの収入において、東部各省が高成長したが、西部各省のほうが鈍化したのは明らかである。

地域内、各省内の都市住民と農村住民一人当たりの収入格差において、東部と中部では

表3 地域別実質職工賃金(元)と年平均実質成長率(%)

		80年		95年		変化 95-80	各期間実質成長率			
		実質賃金	全国基準	実質賃金	全国基準		'六五'	'七五'	'八五'	81~95
	全 国	2993	1.00	5500	1.00	0.00	4.4	2.5	5.8	4.2
	東 部	3043	1.02	6380	1.16	0.14	5.3	3.3	7.0	5.2
	中 部	2955	0.99	4453	0.81	-0.18	3.1	1.7	3.8	2.9
	西 部	3174	1.06	4873	0.89	-0.17	4.3	1.9	2.9	3.0
東 部 地 域	北 京	3908	1.31	8144	1.48	0.18	5.1	2.8	7.6	5.2
	天 津	3144	1.05	6501	1.18	0.13	5.6	4.4	5.3	5.1
	河 北	2670	0.89	4839	0.88	-0.01	4.5	3.6	4.4	4.2
	遼 寧	3505	1.17	5434	0.99	-0.18	3.2	3.3	2.7	3.1
	上 海	3104	1.04	9279	1.69	0.65	6.8	3.9	12.7	7.8
	江 蘇	2764	0.92	5943	1.08	0.16	7.9	1.8	6.7	5.5
	浙 江	3171	1.06	6619	1.20	0.14	5.6	2.1	7.9	5.2
	福 建	2035	0.68	5857	1.06	0.38	7.0	5.8	9.5	7.4
	山 東	2142	0.72	5145	0.94	0.22	6.1	4.4	8.3	6.3
	広 東	3590	1.20	8520	1.55	0.35	5.8	3.1	9.2	6.1
地 域	広 西	2966	0.99	5105	0.93	-0.06	3.9	6.7	2.7	4.4
	海 南	3440	1.15	5340	0.97	-0.18	2.8	0.7	6.2	3.2
中 部 地 域	山 西	2983	1.00	4721	0.86	-0.14	4.6	2.7	2.5	3.3
	内 蒙 古	2841	0.95	4134	0.75	-0.20	2.9	1.7	3.3	2.6
	吉 林	3032	1.01	4430	0.81	-0.21	2.4	0.8	4.8	2.7
	黒 竜 江	3336	1.11	4145	0.75	-0.36	1.4	0.2	3.0	1.5
	安 徽	2609	0.87	4609	0.84	-0.03	4.0	3.0	5.0	4.0
	江 西	2819	0.94	4211	0.77	-0.18	3.0	0.8	4.8	2.9
	河 南	2563	0.86	4344	0.79	-0.07	3.7	2.3	5.0	3.7
	湖 北	2966	0.99	4685	0.85	-0.14	3.9	2.7	3.1	3.2
湖 南	3165	1.06	4797	0.87	-0.19	3.7	2.0	3.1	2.9	
西 部 地 域	四 川	3052	1.02	4645	0.84	-0.17	3.9	2.5	2.6	3.0
	貴 州	2983	1.00	4475	0.81	-0.18	3.1	1.9	3.8	2.9
	雲 南	2822	0.94	5149	0.94	-0.01	5.6	2.4	5.1	4.3
	西 蔵	4218	1.41	7382	1.34	-0.07	7.8	-2.4	8.4	4.6
	陝 西	3185	1.06	4396	0.80	-0.26	4.1	1.7	1.2	2.3
	甘 肅	3462	1.16	5493	1.00	-0.16	5.5	1.1	3.5	3.3
	青 海	4230	1.41	5753	1.05	-0.16	6.3	-1.6	2.1	2.3
	寧 夏	3399	1.14	5079	0.92	-0.21	3.2	1.9	3.4	2.8
地 域	新 疆	3427	1.14	5348	0.97	-0.17	4.3	2.0	2.9	3.1

データ出所 表1に同じ。

表4 地域別都市住民・農村住民1人当たり実質収入(元)と実質成長率(%)

		都 市 住 民								農 村 住 民								地域内都市と農村の格差				
		80年		95年		格差進行	各期間都市住民収入の成長率				80年		95年		格差進行	各期間農村住民収入の成長率				80年	95年	格差進行
		収入	国基準	収入	全国基準		'六五'	'七五'	'八五'	81~95	収入	全国基準	収入	全国基準		95-80	'六五'	'七五'	'八五'			
全 国	全 国	1721	1.00	3892	1.00	0.00	5.0	4.3	7.8	5.7	618	1.00	1578	1.00	0.00	12.3	2.9	4.5	6.6	2.79	2.47	-0.32
	東 部	1842	1.07	4832	1.24	0.17	6.8	4.9	8.6	6.7	833	1.35	2364	1.50	0.15	12.7	3.1	6.3	7.3	2.21	2.04	-0.17
	中 部	1432	0.83	3173	0.82	-0.02	6.4	3.4	6.9	5.5	561	0.91	1432	0.91	0.00	12.4	3.0	4.6	6.7	2.55	2.21	-0.34
	西 部	1565	0.91	3453	0.89	-0.02	7.6	2.0	7.1	5.6	551	0.89	1056	0.67	-0.22	10.3	2.9	0.7	4.6	2.84	3.27	0.43
東 部 地 域	北 京	2312	1.34	5868	1.51	0.16	1.8	11.0	9.1	7.3	897	1.45	3224	2.04	0.59	19.1	3.5	4.9	9.2	2.58	1.82	-0.76
	天 津	1884	1.09	4626	1.19	0.09	7.2	3.8	8.2	6.4	1027	1.66	2531	1.60	-0.06	12.0	4.1	3.3	6.5	1.84	1.83	-0.01
	河 北	1473	0.86	3674	0.94	0.09	5.9	7.0	6.4	6.4	504	0.81	1669	1.06	0.24	14.3	-0.3	12.7	8.9	2.92	2.20	-0.72
	遼 寧	1885	1.10	3307	0.85	-0.25	2.8	5.1	3.9	3.9	788	1.27	1757	1.11	-0.16	11.1	3.0	3.5	5.9	2.39	1.88	-0.51
	上 海	2214	1.29	6822	1.75	0.47	9.2	3.9	11.0	8.0	1710	2.77	4246	2.69	-0.08	11.8	4.4	4.0	6.7	1.30	1.61	0.31
	江 蘇	1668	0.97	4209	1.08	0.11	9.0	2.2	8.5	6.6	718	1.16	2547	1.61	0.45	15.2	1.1	11.4	9.2	2.32	1.65	-0.67
	浙 江	1936	1.13	5718	1.47	0.34	9.3	4.1	9.7	7.7	728	1.18	2966	1.88	0.70	17.5	5.4	7.5	10.1	2.66	1.93	-0.73
	福 建	1686	0.98	4326	1.11	0.13	6.6	6.0	10.7	7.8	553	0.89	2049	1.30	0.40	15.5	2.9	9.9	9.4	3.05	2.11	-0.94
	山 東	1451	0.84	3953	1.02	0.17	8.1	4.4	8.6	7.0	655	1.06	1715	1.09	0.03	11.3	0.5	9.1	7.0	2.22	2.30	0.09
	広 東	2078	1.21	6850	1.76	0.55	7.9	5.7	11.7	8.5	947	1.53	2699	1.71	0.18	9.6	5.0	7.2	7.3	2.20	2.54	0.34
中 部 地 域	広 西	1686	0.98	4289	1.10	0.12	7.1	4.8	8.0	6.6	675	1.09	1446	0.92	-0.18	9.1	1.7	5.2	5.3	2.50	2.97	0.47
	海 南	1829	1.06	4345	1.12	0.05	7.9	2.9	8.2	6.3	799	1.29	1520	0.96	-0.33	9.6	1.1	3.0	4.6	2.29	2.86	0.57
	山 西	1368	0.79	2927	0.75	-0.04	6.2	4.4	5.3	5.3	495	0.80	1208	0.77	-0.04	15.3	1.2	3.1	6.6	2.76	2.42	-0.34
	内 蒙 古	1270	0.74	2587	0.66	-0.07	7.2	1.9	5.9	5.0	594	0.96	1300	0.82	-0.14	12.6	1.3	3.7	5.9	2.14	1.99	-0.15
	吉 林	1744	1.01	2914	0.75	-0.26	0.2	3.8	7.5	3.8	497	0.80	1610	1.02	0.22	12.1	9.1	6.2	9.1	3.51	1.81	-1.70
	黒 竜 江	1576	0.92	2968	0.76	-0.15	6.9	-0.7	7.1	4.4	545	0.88	1766	1.12	0.24	12.0	8.3	7.1	9.1	2.89	1.68	-1.21
	安 徽	1384	0.80	3406	0.88	0.07	7.1	4.8	7.1	6.3	506	0.82	1303	0.83	0.01	13.9	1.4	6.0	7.1	2.73	2.61	-0.12
	江 西	983	0.57	3046	0.78	0.21	12.7	3.9	7.7	8.1	503	0.81	1537	0.97	0.16	14.6	3.2	6.0	7.9	1.96	1.98	0.02
	河 南	1155	0.67	3030	0.78	0.11	7.9	5.2	7.1	6.7	444	0.72	1232	0.78	0.06	12.7	3.2	5.8	7.2	2.60	2.46	-0.14
	湖 北	1474	0.86	3606	0.93	0.07	7.9	4.3	6.6	6.3	690	1.12	1511	0.96	-0.16	12.7	3.3	1.5	5.8	2.14	2.39	0.25
西 部 地 域	湖 南	1930	1.12	4070	1.05	-0.08	4.7	3.3	7.6	5.2	778	1.26	1425	0.90	-0.36	10.2	-0.8	3.4	4.3	2.48	2.86	0.37
	四 川	1477	0.86	3586	0.92	0.06	8.6	4.6	5.4	6.2	516	0.84	1158	0.73	-0.10	9.0	4.7	3.4	5.7	2.86	3.10	0.23
	貴 州	1235	0.72	3427	0.88	0.16	10.0	3.4	8.2	7.2	277	0.45	1087	0.69	0.24	14.7	8.2	5.9	9.6	4.45	3.15	-1.30
	雲 南	1501	0.87	3684	0.95	0.07	8.0	3.8	7.1	6.3	408	0.66	1011	0.64	-0.02	13.6	2.2	3.6	6.5	3.67	3.64	-0.03
	西 蔵	2413	1.40	4460	1.15	-0.26	7.6	0.2	6.1	4.6	668	1.08	1200	0.76	-0.32	9.0	9.5	-2.1	5.4	3.61	3.72	0.10
	陝 西	1561	0.91	3048	0.78	-0.12	5.5	5.4	3.3	4.7	532	0.86	963	0.61	-0.25	13.5	0.2	-0.5	4.4	2.93	3.17	0.23
	甘 肅	905	0.53	2894	0.74	0.22	8.0	-2.5	24.6	10.1	573	0.93	880	0.56	-0.37	5.9	0.5	2.7	3.0	1.58	3.29	1.71
	青 海	1757	1.02	3112	0.80	-0.22	7.6	-0.7	5.7	4.2	648	1.05	1030	0.65	-0.40	9.0	0.3	1.7	3.7	2.71	3.02	0.31
	寧 夏	1656	0.96	3027	0.78	-0.18	5.5	2.7	4.7	4.3	601	0.97	1037	0.66	-0.32	10.0	2.3	-0.3	4.0	2.75	2.92	0.16
	新 疆	1580	0.92	3841	0.99	0.07	8.9	2.2	7.8	6.3	733	1.19	1137	0.72	-0.46	11.7	2.3	-3.9	3.4	2.16	3.38	1.22

データ出所 表1に同じ。

縮小したのに対して、西部のほうではかなり拡大したことがわかる。また、三大地域内の都市住民と農村住民の所得格差については、東部、中部地域では縮小したのに対して、西部地域では逆に拡大していた。

以上の分析からわかるように、90年代において、東部地域、各省の農村住民と西部地域、各省の農村住民の間で格差がさらに広がったのである。これこそ東部地域と西部地域の間で1人当たりGDPの格差がさらに拡大した原因である。つまり、西部地域の農村地域が遅れていたのである。

なぜ東部各省の農村部と西部各省の農村部との間で、格差がさらに拡大していたのか。これは東部各省の農村部と西部各省の農村部との間に生じた郷鎮企業発展の差によるものと考えられる。言い換えれば、各省農村部所得格差の拡大は各省農村部の工業化の差によるものである。

表5は1995年度の各地域郷鎮企業の従業員が農村全体総労働力に占めるシェア、郷鎮企業の1人当たりGDP、郷鎮企業GDPが農村全体GDPに占めるシェア、郷鎮企業従業員の賃金、郷鎮企業による所得と農村全体所得との比を示している。これは各地域の農村における郷鎮企業の重要性を反映している。

農村全体における郷鎮企業の従業員シェア、GDPシェア、所得シェアから見れば、東部各省より中部、西部各省の郷鎮企業の発展が大きく遅れていることが読み取れる。

表5の最後欄は80年と95年二時点での農村住民純収入に占める農業収入シェア（農業収入と純収入との比率、純収入は農業収入、賃金収入、移転収入を含む）の変化である。東部のほうが10%減ったのに対して、中部がほとんど変わらず、西部が7%の増加である。つまり、東部地域では農村住民1人当たり収入の中で、農業収入がますます重要でなくなって、代わりに、郷鎮企業による収入がますます重要になっている。これに対して、中部地域では農業収入と郷鎮企業による収入が同時に増えているから、シェアがあまり変わらない。西部地域は逆に農業収入のほうが重要になっている。以上の分析からわかるように、農村郷鎮企業従業員の収入が農村全体の収入に大きく影響している。

同じ結論が他の研究でもなされている。たとえば、林毅夫・蔡昉・李周（1997）によると、1989-90年において政府は農民により多くの穀物を生産し、郷鎮企業を閉鎖するように強制した。その結果、1989年の農家1人当たりの純収入は対前年比で8.4%低下し、90年の同値はわずか1.5%の伸びに止まった。物価上昇の影響を取り除けば、1人当たりの純収入は1985年のレベルに及ばなかった。

また、経済企画庁（1997）によれば、東部地域の各省で農村部の工業化が中部、西部地域より先行して進んでいる。郷鎮企業は効率的な経営と高い労働生産性によって、農村部における工業化の進展に大きな役割を果たしてきた。このような郷鎮企業は江蘇、浙江省など従来から農業が発達していた地域を中心に発達した。こうした地域で、郷鎮企業の急成長、つまり、農村工業化が農村地域の経済成長の原動力となっていたのである。当然なことであるが、こうした地域の農村住民の収入が中部、西部地域の農村住民より大幅に改善

表5 地域別郷鎮企業状況(95年)と農村住民一人当たり収入内容の変化(%)

		郷 鎮 企 業 指 標										農村住民収入内容			
		従業員		GDP				賃金		所得		80年	95年	変化 95-80	
		郷鎮企業/ 農村全体	全国基準	郷鎮企業 1人当たり	全国基準	郷鎮企業/ 農村全体	全国基準	郷鎮企業 1人当たり	全国基準	郷鎮企業/ 農村全体	全国基準	農業収入 ／純収入	農業収入 ／純収入		
東 部 地 域	全 国	0.29	1.00	11340	1.00	0.55	1.00	1705	1.00	0.15	1.00	73.6	71.3	-2.3	
	東 部	0.36	1.26	12872	1.14	0.60	1.09	2194	1.29	0.20	1.32	69.0	59.2	-9.8	
	中 部	0.28	0.96	10852	0.96	0.52	0.95	1292	0.76	0.12	0.75	76.9	77.6	0.7	
	西 部	0.18	0.64	7563	0.67	0.42	0.77	1008	0.59	0.09	0.57	72.8	79.8	7.0	
	北 京	0.60	2.11	12067	1.06	0.59	1.08	3921	2.30	0.49	3.18	40.6	37.9	-2.8	
	天 津	0.62	2.16	15855	1.40	0.72	1.32	2693	1.58	0.36	2.35	47.9	53.9	6.1	
	河 北	0.33	1.16	10290	0.91	0.58	1.06	1203	0.71	0.16	1.04	71.5	68.9	-2.5	
	遼 寧	0.50	1.76	14560	1.28	0.62	1.12	1870	1.10	0.21	1.38	64.4	66.2	1.8	
	上 海	0.61	2.13	22230	1.96	0.83	1.52	4610	2.70	0.59	3.79	44.8	27.9	-16.9	
	江 蘇	0.33	1.17	17745	1.56	0.66	1.20	2885	1.69	0.26	1.68	77.0	62.8	-14.2	
	浙 江	0.38	1.33	8741	0.77	0.55	1.01	2451	1.44	0.30	1.95	78.7	57.2	-21.5	
	福 建	0.41	1.44	15057	1.33	0.60	1.08	1928	1.13	0.18	1.15	78.3	63.3	-15.0	
	山 東	0.40	1.41	13478	1.19	0.66	1.19	1650	0.97	0.21	1.39	70.0	71.8	1.8	
	広 東	0.43	1.49	9947	0.88	0.55	1.00	2755	1.62	0.28	1.82	58.4	65.1	6.7	
	広 西	0.09	0.33	13468	1.19	0.33	0.61	1838	1.08	0.07	0.44	73.0	80.1	7.1	
	海 南	0.19	0.65	8443	0.74	0.20	0.36	950	0.56	0.04	0.23	70.2	86.1	15.9	
	中 部 地 域	山 西	0.43	1.51	6789	0.60	0.62	1.13	1093	0.64	0.29	1.86	50.4	64.6	14.3
		内 蒙 古	0.38	1.33	7634	0.67	0.40	0.72	857	0.50	0.10	0.63	53.0	85.8	32.7
		吉 林	0.34	1.19	8354	0.74	0.37	0.67	917	0.54	0.07	0.45	59.6	79.3	19.8
黒 竜 江		0.36	1.26	11661	1.03	0.39	0.70	1036	0.61	0.06	0.40	68.8	86.8	18.1	
安 徽		0.23	0.80	13681	1.21	0.58	1.06	1827	1.07	0.18	1.15	73.4	75.3	1.9	
江 西		0.28	0.99	11250	0.99	0.57	1.03	1045	0.61	0.12	0.79	85.0	75.5	-9.4	
河 南		0.19	0.66	12194	1.08	0.53	0.97	1409	0.83	0.13	0.82	77.7	81.5	3.8	
湖 北		0.37	1.28	12685	1.12	0.58	1.05	1376	0.81	0.15	0.97	89.6	81.9	-7.6	
湖 南	0.26	0.92	9059	0.80	0.49	0.89	1240	0.73	0.13	0.85	74.2	76.9	2.7		
西 部 地 域	四 川	0.22	0.78	9644	0.85	0.53	0.97	1087	0.64	0.13	0.82	74.6	74.3	-0.4	
	貴 州	0.05	0.19	6441	0.57	0.20	0.36	653	0.38	0.03	0.19	53.8	80.1	26.4	
	雲 南	0.15	0.52	5432	0.48	0.33	0.59	1017	0.60	0.10	0.63	79.6	78.3	-1.2	
	西 蔵									0.00	0.00	69.8	85.2	15.4	
	陝 西	0.25	0.87	4304	0.38	0.38	0.70	775	0.45	0.12	0.80	72.1	75.1	3.0	
	甘 肅	0.23	0.82	5257	0.46	0.49	0.90	832	0.49	0.18	1.13	58.3	83.4	25.1	
	青 海	0.06	0.21	4516	0.40	0.10	0.18	1505	0.88	0.05	0.30	78.7	88.3	9.6	
	寧 夏	0.09	0.31	6224	0.55	0.20	0.36	1818	1.07	0.07	0.47	70.5	76.8	6.3	
新 疆	0.16	0.56	5060	0.45	0.09	0.17	1660	0.97	0.05	0.29	81.3	85.1	3.8		

データ出所 表1に同じ。

されていた。

浙江省の実例を見てみよう。浙江省の場合、農村住民 1998 年純収入は 3800 元に達し、10 年以上連続的に各省・自治区の首位を占め、その主な収入源は郷鎮企業であると最近報道されている⁷⁾。

つまり、東部地域各省の農村部と中部地域、西部地域各省の農村部との間で、農村住民収入そして地域間 1 人当たり GDP 格差が拡大したのは東部各省の農村部と中部、特に西部各省の農村部との間で郷鎮企業発展の差によるものである。

結論から言えば、中国 17 年間の“改革・開放”政策を実施して以来、経済が著しく発展してきたが、同時に、副産物として生まれたのは地域間経済格差の拡大というものである。この地域間経済格差の拡大について、少なくとも次の 5 点を指摘できる。1) 東部地域の経済地位が上昇しているのに対して、中部、西部地域のほうが下落している。2) 一人当たり GDP では東部各省と中部、特に西部各省との間で格差が著しく拡大している。3) 一人当たり GDP 格差の拡大は主に、各地域・省の職工或いは都市住民の間で格差が拡大した部分によるものではなく、各地域・省の農村住民の間で格差が拡大した部分によるものである。つまり、東部各省の農村部と中部、特に西部各省の農村部との間で、経済格差が著しく拡大したことによる。また、三大地域内における都市住民と農村住民の所得格差については、東部、中部地域では縮小したのに対して、西部地域では逆に拡大している。4) 一人当たり GDP、農村住民一人当たり収入格差の拡大は主に、90 年代にできたものである。5) 東部各省の農村部と中部、西部各省の農村部との間で、経済格差が著しく拡大しているのは東部各省の農村部と中部、西部各省の農村部との間で生じた農村工業の発展、つまり郷鎮企業発展の差によるものである。

4. 地域間 1 人当たり GDP 格差の会計分析

表 6 は各地域・各省の 1980、85、90、95 年一人当たり GDP の格差に関する会計分析の結果である⁸⁾。表 6 は次のように計測される。成長会計分析の場合、次の式が成り立つ：

$$(Y-Y_0)/Y_0 = \omega * (L-L_0)/L_0 \\ + (1-\omega) * (K-K_0)/K_0 + (T-T_0)/T_0$$

ただし、Y=1 人当たり実質 GDP、L=1 人当たり労働力⁹⁾、K=1 人当たり資本ストック、T=TFP レベル、 ω =労働分配率。

これは成長会計式であるから、 Y_0 、 L_0 、 K_0 、 T_0 は前期のデータであり、Y、L、K、T は今期のデータである。ここで、地域格差の会計分析を行うために、 Y_0 、 L_0 、 K_0 、 T_0 を全国平均レベルの指標に定義し、Y、L、K、T を各地域、各省の指標に定義する。全国の Y_0 、 L_0 、 K_0 、 T_0 を比較基準にした場合に、各地域、各省の Y、L、K が全国平均レベルに対す

表6 1人当たり実質GDP地域格差の会計分析(80-85-90-95)

		1980年												1985年												
		相対格差レベル(全国=1.00)				全国レベルとの格差率(%)				格差の要因別貢献度(%)				相対格差レベル(全国=1.00)				全国レベルとの格差率(%)				格差の要因別貢献度(%)				
		y/yo	l/lo	k/ko	t/to	y/yo-1	l/lo-1	k/ko-1	t/to-1	l/lo	k/ko	t/to	y/yo	l/lo	k/ko	t/to	y/yo-1	l/lo-1	k/ko-1	t/to-1	l/lo	k/ko	t/to			
	全 国	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0					1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0					
	東 部	1.11	1.04	1.05	1.07	11.4	4.0	5.2	6.8	16.9	23.5	59.6		1.14	1.07	1.03	1.10	14.2	6.6	2.7	9.6	23.5	9.4	67.1		
	中 部	0.80	0.92	0.75	0.96	-19.9	-7.5	-24.9	-4.4	-20.3	-57.6	-22.0		0.81	0.94	0.73	0.96	-18.9	-6.2	-26.8	-3.5	-18.2	-63.2	-18.6		
	西 部	0.66	0.99	0.67	0.81	-34.0	-0.6	-32.7	-19.1	-1.0	-42.9	-56.1		0.66	1.00	0.67	0.81	-34.1	-0.3	-33.5	-19.1	-0.5	-43.5	-56.1		
東 部 地 域	北 京	2.65	1.19	3.89	0.84	165.2	19.0	289.0	-16.2	4.6	105.2	-9.8		2.45	1.19	3.16	1.15	145.3	18.7	215.6	14.9	5.6	84.2	10.2		
	天 津	2.53	1.23	4.13	0.57	153.2	22.8	313.5	-42.6	6.0	121.8	-27.8		2.37	1.21	3.46	0.82	136.7	20.7	245.9	-17.9	6.1	107.0	-13.1		
	河 北	0.83	0.98	0.70	0.99	-16.7	-1.9	-29.9	-1.4	-6.0	-85.8	-8.2		0.81	1.00	0.68	0.96	-19.3	-0.3	-32.0	-3.9	-0.9	-79.0	-20.1		
	遼 寧	1.58	0.95	1.76	1.17	58.1	-4.7	75.7	17.1	-3.5	74.1	29.4		1.49	1.00	1.44	1.25	49.5	0.3	44.1	25.0	0.3	49.3	50.4		
	上 海	4.62	1.65	6.14	1.16	361.7	65.0	513.9	16.5	6.7	88.7	4.6		3.88	1.33	4.80	1.47	287.6	32.6	379.5	46.8	4.5	79.2	16.3		
	江 蘇	0.96	1.10	0.94	0.94	-4.5	10.0	-5.9	-6.5	110.7	-66.2	-144.5		1.09	1.15	0.95	1.04	9.0	14.9	-4.6	3.6	84.9	-25.0	40.1		
	浙 江	0.97	1.12	0.76	1.01	-3.3	12.3	-24.1	1.3	199.6	-337.5	37.9		1.18	1.20	0.76	1.18	17.5	20.2	-23.6	18.2	60.4	-64.3	103.9		
	福 建	0.88	0.90	0.63	1.09	-12.4	-10.4	-37.3	9.3	-48.4	-126.9	75.3		0.96	0.90	0.79	1.11	-3.8	-10.5	-21.2	11.2	-160.1	-235.5	295.6		
	山 東	0.87	0.98	0.80	0.97	-13.2	-1.7	-20.4	-2.5	-6.7	-74.2	-19.1		0.93	0.99	0.80	1.03	-7.2	-1.1	-20.4	2.5	-8.5	-126.5	35.0		
	広 東	0.97	1.05	0.77	1.04	-3.2	4.8	-23.4	4.5	83.0	-321.4	138.4		1.02	1.14	0.87	1.00	2.3	13.5	-13.2	0.3	340.1	-253.8	13.7		
海 南	0.75	1.02	0.52	0.95	-24.5	1.5	-48.1	-5.5	3.7	-81.3	-22.4		0.66	1.00	0.51	0.86	-33.8	0.2	-48.8	-14.0	0.3	-58.9	-41.4			
	山 西	0.86	0.94	0.79	0.99	-14.4	-5.9	-20.6	-1.2	-20.4	-71.6	-8.0		0.90	0.95	0.70	1.07	-10.4	-5.1	-30.3	6.5	-26.0	-136.9	62.9		
中 部 地 域	内 蒙 古	0.62	0.73	0.69	0.91	-37.6	-27.0	-30.7	-8.9	-37.0	-39.5	-23.6		0.74	0.75	0.66	1.03	-26.3	-25.1	-34.5	3.3	-50.5	-62.0	12.4		
	吉 林	0.87	0.74	0.87	1.07	-13.3	-26.1	-13.4	6.8	-103.0	-48.2	51.2		0.89	0.83	0.85	1.05	-10.7	-16.9	-15.3	5.4	-83.4	-67.4	50.9		
	黒 竜 江	1.60	0.78	1.88	1.25	59.7	-21.8	87.8	25.4	-17.8	75.2	42.6		1.39	0.81	1.80	1.11	38.7	-19.3	80.0	10.7	-26.1	98.5	27.6		
	安 徽	0.60	0.95	0.42	0.87	-40.4	-4.8	-58.5	-12.9	-6.8	-61.3	-31.9		0.70	1.00	0.52	0.91	-29.6	-0.5	-48.1	-9.2	-1.0	-67.9	-31.1		
	江 西	0.60	0.96	0.37	0.88	-39.9	-3.5	-63.3	-11.6	-5.2	-65.7	-29.1		0.59	0.95	0.32	0.90	-41.0	-5.5	-67.9	-9.7	-7.8	-68.4	-23.8		
	河 南	0.65	0.93	0.55	0.89	-35.4	-6.8	-45.1	-11.3	-10.5	-57.5	-32.1		0.67	0.96	0.59	0.88	-32.8	-4.5	-41.2	-12.1	-7.6	-55.4	-37.0		
	湖 北	0.83	0.98	0.71	0.98	-16.9	-2.2	-28.6	-2.4	-6.9	-78.9	-14.2		0.89	0.96	0.72	1.04	-10.7	-3.6	-28.1	4.0	-18.4	-119.1	37.5		
	湖 南	0.84	1.06	0.83	0.88	-16.2	5.6	-16.7	-12.3	19.9	-44.0	-75.8		0.78	1.03	0.74	0.87	-21.8	3.2	-26.5	-12.8	8.7	-50.1	-58.6		
	西 部 地 域	四 川	0.71	1.05	0.66	0.84	-28.9	5.2	-34.1	-16.4	9.9	-53.1	-56.8		0.69	1.05	0.66	0.81	-31.0	5.0	-33.7	-18.5	8.8	-49.1	-59.7	
		貴 州	0.44	0.93	0.37	0.75	-56.4	-7.1	-63.3	-24.6	-7.0	-49.4	-43.6		0.47	0.95	0.44	0.75	-53.0	-5.1	-56.5	-24.8	-5.3	-47.9	-46.8	
雲 南		0.62	1.02	0.53	0.81	-38.2	2.3	-46.8	-19.3	3.4	-52.9	-50.5		0.65	1.04	0.53	0.82	-35.4	4.4	-46.8	-17.6	7.0	-57.1	-49.9		
西 蔵		0.77	1.31	0.41	0.72	-23.4	30.8	-58.9	-27.8	93.0	-74.0	-119.0		0.73	1.12	0.73	0.71	-26.5	11.8	-26.8	-28.8	33.4	-25.0	-108.4		
陝 西		0.60	0.89	0.99	0.66	-40.1	-10.9	-0.8	-33.8	-14.8	-0.9	-84.3		0.61	0.92	0.85	0.72	-38.6	-7.6	-15.1	-27.7	-11.1	-17.2	-71.7		
甘 肅		0.56	0.96	0.46	0.83	-43.7	-4.1	-53.6	-16.9	-5.0	-56.4	-38.6		0.50	0.95	0.39	0.81	-50.0	-4.9	-61.0	-19.3	-5.3	-56.0	-38.7		
青 海		1.10	0.96	1.48	0.92	10.0	-3.9	48.4	-8.4	22.4	-207.1	84.8		1.00	0.95	1.14	0.97	0.3	-5.3	14.1	-2.8	-103.1	208.6	-95.5		
寧 夏		0.89	0.92	1.26	0.81	-11.1	-8.2	26.4	-19.5	-38.5	113.4	-174.9		0.88	0.91	1.24	0.82	-11.8	-9.5	24.1	-17.7	-43.7	93.3	-149.6		
新 疆		0.93	0.90	1.12	0.93	-7.4	-10.2	11.8	-6.9	-77.4	71.1	-93.7		1.02	0.85	1.25	0.99	1.8	-14.7	25.4	-0.7	-460.1	596.9	-36.8		

続表6 1人当たり実質GDP地域格差の会計分析(80-85-90-95)

		1990年												1995年														
		相対格差レベル(全国=1.00)				全国レベルとの格差率(%)				格差の要因別貢献度(%)				相対格差レベル(全国=1.00)				全国レベルとの格差率(%)				格差の要因別貢献度(%)						
		y/yo	l/lo	k/ko	t/to	y/yo-1	l/lo-1	k/ko-1	t/to-1	l/lo	k/ko	t/to	y/yo	l/lo	k/ko	t/to	y/yo-1	l/lo-1	k/ko-1	t/to-1	l/lo	k/ko	t/to					
全	国	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0					1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
東	部	1.17	1.03	1.13	1.09	17.1	2.9	13.3	9.2	8.7	37.8	53.6					1.42	1.01	1.38	1.22	41.6	1.2	37.9	22.3	1.4	44.9	53.7	
中	部	0.77	0.95	0.74	0.91	-23.1	-5.4	-26.0	-8.7	-13.1	-49.4	-37.5					0.77	0.96	0.75	0.91	-23.1	-4.3	-25.3	-9.0	-10.0	-50.9	-39.1	
西	部	0.65	1.02	0.67	0.79	-34.6	1.8	-33.4	-20.7	2.9	-43.1	-59.8					0.62	1.05	0.69	0.73	-38.2	4.6	-31.2	-26.6	6.6	-36.9	-69.6	
東	北	京	2.49	1.17	3.42	1.07	148.6	17.1	241.9	7.5	5.1	89.8	5.0					2.32	1.03	3.90	0.85	131.8	3.2	290.0	-14.9	1.2	110.1	-11.3
	天	津	2.10	1.07	3.19	0.96	110.3	7.1	218.7	-4.4	3.2	100.8	-4.0					2.14	1.12	3.13	0.98	113.8	11.8	212.6	-2.5	5.0	97.2	-2.2
	河	北	0.80	0.98	0.69	0.96	-19.5	-1.6	-30.6	-3.8	-4.3	-76.1	-19.6					0.92	0.98	0.82	1.02	-8.0	-1.9	-18.1	1.6	-12.7	-107.7	20.4
	遼	寧	1.48	0.95	1.47	1.26	48.2	-5.0	47.2	25.7	-4.9	51.6	53.3					1.44	0.98	1.57	1.16	43.9	-2.5	57.4	15.6	-2.8	67.3	35.5
	上	海	3.57	1.19	4.88	1.27	257.3	18.9	388.1	27.5	3.1	86.2	10.7					3.93	1.18	5.15	1.51	293.4	18.5	414.9	51.5	2.7	79.7	17.5
	江	蘇	1.19	1.09	1.14	1.08	19.4	9.1	14.1	7.9	24.0	35.2	40.8					1.52	1.00	1.51	1.26	51.7	0.3	50.6	26.2	0.3	49.1	50.6
	浙	江	1.19	1.20	1.01	1.08	18.9	19.6	0.7	8.2	55.1	1.6	43.3					1.67	1.16	1.37	1.40	67.0	15.9	37.2	40.2	11.7	28.2	60.1
	福	建	1.05	0.92	0.89	1.14	4.7	-8.1	-11.5	14.2	-98.0	-102.7	300.7					1.42	0.96	1.08	1.40	41.9	-3.8	8.4	40.0	-4.8	9.5	95.3
	山	東	0.93	0.97	0.86	1.01	-7.1	-3.0	-13.8	1.0	-22.5	-91.4	13.9					1.19	0.97	1.10	1.15	19.5	-2.8	10.4	15.5	-7.0	27.5	79.5
	広	東	1.25	1.04	1.00	1.22	25.0	4.2	0.5	22.5	9.2	0.9	89.9					1.64	1.01	1.32	1.47	63.6	0.8	32.4	47.4	0.7	24.9	74.4
広	西	0.60	1.00	0.50	0.82	-39.8	-0.4	-50.0	-18.1	-0.6	-53.9	-45.6					0.74	1.02	0.57	0.90	-26.5	1.8	-43.0	-10.1	4.0	-65.9	-38.1	
海	南	0.85	0.94	0.80	0.97	-14.9	-6.0	-20.1	-3.4	-24.6	-52.7	-22.7					1.05	0.90	1.32	0.96	4.7	-10.2	32.2	-4.1	-119.1	306.1	-87.0	
中	山	西	0.82	0.95	0.66	1.02	-17.8	-5.1	-34.4	1.6	-14.8	-94.2	9.0					0.74	0.90	0.65	0.96	-26.2	-10.1	-34.9	-4.0	-19.8	-65.0	-15.2
	内	蒙	0.72	0.73	0.66	1.01	-28.4	-26.7	-33.8	1.5	-51.6	-53.6	5.2					0.76	0.87	0.86	0.89	-24.2	-12.5	-13.8	-11.1	-27.8	-26.3	-45.9
	吉	林	0.93	0.94	0.95	0.99	-6.7	-5.7	-5.2	-1.2	-48.0	-33.6	-18.3					0.92	0.97	1.01	0.94	-8.0	-3.3	0.7	-6.5	-22.7	3.8	-81.1
	黒	竜	1.34	0.81	1.68	1.12	33.7	-19.1	67.6	11.6	-29.8	95.5	34.4					1.13	0.81	1.42	1.00	13.2	-19.1	41.9	0.2	-68.8	167.1	1.7
	安	徽	0.64	1.01	0.64	0.78	-36.3	1.1	-35.6	-22.5	1.8	-39.8	-62.0					0.69	1.04	0.63	0.85	-30.6	3.8	-36.6	-14.9	6.4	-57.6	-48.8
	江	西	0.57	0.95	0.34	0.88	-42.8	-5.0	-66.0	-12.0	-6.8	-65.2	-28.0					0.62	1.00	0.44	0.85	-38.3	0.4	-56.1	-14.6	0.6	-62.6	-38.0
	河	南	0.65	0.97	0.62	0.84	-34.8	-3.5	-38.2	-16.2	-5.6	-47.8	-46.5					0.69	0.96	0.67	0.85	-31.4	-3.8	-33.5	-14.7	-6.8	-46.4	-46.7
	湖	北	0.82	0.92	0.73	0.98	-18.1	-7.7	-27.3	-2.0	-24.2	-64.8	-11.0					0.86	0.87	0.77	1.04	-13.9	-12.8	-23.0	3.9	-47.3	-80.6	28.0
	湖	南	0.73	1.05	0.71	0.83	-26.5	4.6	-29.5	-16.7	10.1	-47.1	-62.9					0.72	1.06	0.66	0.83	-28.1	6.0	-34.1	-16.8	12.0	-52.4	-59.7
	西	四	川	0.66	1.08	0.62	0.78	-34.3	8.2	-38.4	-21.5	13.2	-50.5	-62.7					0.66	1.10	0.62	0.78	-34.2	9.6	-37.8	-22.3	15.3	-50.1
貴		州	0.44	1.03	0.45	0.67	-55.7	2.5	-55.2	-33.0	2.5	-43.3	-59.3					0.38	1.03	0.40	0.62	-61.7	2.9	-59.7	-37.7	2.7	-41.5	-61.2
雲		南	0.69	1.05	0.47	0.90	-31.3	5.0	-52.6	-9.7	8.7	-77.6	-31.1					0.63	1.05	0.59	0.82	-37.1	4.6	-41.3	-18.0	6.0	-57.4	-48.6
西		蔵	0.56	0.99	0.92	0.59	-44.5	-1.0	-7.7	-41.5	-1.6	-5.1	-93.3					0.49	0.95	1.01	0.52	-50.7	-5.3	1.4	-47.7	-6.9	0.9	-94.1
陝		西	0.65	0.94	0.99	0.69	-35.4	-5.7	-1.4	-31.5	-9.5	-1.6	-88.9					0.59	0.97	0.91	0.65	-40.8	-3.4	-9.0	-35.0	-4.7	-9.7	-85.6
甘		肅	0.54	0.96	0.45	0.82	-46.0	-4.3	-55.5	-17.7	-5.0	-56.4	-38.6					0.47	1.18	0.48	0.63	-52.8	18.1	-52.4	-36.5	17.5	-48.4	-69.1
青		海	0.87	0.91	1.08	0.89	-12.6	-8.6	7.9	-11.5	-37.3	28.0	-90.7					0.71	0.97	1.01	0.72	-28.6	-2.6	1.5	-27.9	-4.9	2.4	-97.5
寧		夏	0.84	0.90	1.26	0.77	-15.5	-9.7	25.8	-23.0	-32.2	80.0	-147.9					0.69	0.91	1.11	0.68	-31.1	-8.6	11.3	-31.9	-14.6	17.2	-102.5
新		疆	1.07	0.79	1.28	1.06	7.4	-20.8	27.5	6.4	-154.5	168.2	86.3					1.04	0.79	1.58	0.88	4.5	-21.0	58.4	-11.9	-249.3	616.6	-267.2

データ出所 表11に同じ。

注 Y=1人当たり実質GDP, L=1人当たり労働力, K=1人当たり資本ストック, T=1人当たりTFP, ω=労働分配率; Yo,Lo,Ko,To,ωoは全国。

る相対値 (Y/Y_0 、 L/L_0 、 K/K_0) が得られ、 T の相対値 (T/T_0) が次のように計算される。

$$\begin{aligned} (T-T_0)/T_0 = & (Y-Y_0)/Y_0 - \omega*(L-L_0)/L_0 \\ & - (1-\omega)*(K-K_0)/K_0 \end{aligned}$$

ω については比較基準の全国平均 ω と比較対象の各地域、各省 ω の平均値を使う。

基準とする全国平均レベルとの相対格差値の Y/Y_0 、 L/L_0 、 K/K_0 、 T/T_0 が得られると、比較対象（ここでは各地域、各省）の 1 人当たり実質 GDP、1 人当たり労働力、1 人当たり資本ストック、相対 TFP レベルが、基準とする全国平均レベル(=1.0)との格差率($Y/Y_0-1.0$ 、 $L/L_0-1.0$ 、 $K/K_0-1.0$ 、 $T/T_0-1.0$) が得られる。この格差率をもって、格差の会計分析を行うことにする。

会計分析に必要とする資本ストックの計測に関する方法論については江崎・孫(1998)、EZAKI and SUN(1998)を参考されたい。ただし、本稿で使われている資本ストックの計測に必要な 5 種類のデータ (GY 、 GL 、 ω 、 δ 、 I) の中で、前述論文と違って、労働分配率 (ω) は『中国国内生産総値核算歴史資料 1952-1995』の各年度「労働者報酬」に基づいている。また、毎年の実質投資額 (I) は固定資産投資ではなくて、『中国国内生産総値核算歴史資料 1952-1995』の資本形成総額指数（在庫を含む）を利用する。1995 年の全国・三大地域・各省の資本ストックは表 2 の最後の欄にまとめている。

前節の分析によると、中国では、1980 年から 1995 年かけて、各地域・各省の間で、一人当たり GDP においてかなり大きな格差が表れている。表 6 からわかるように、1980、1985、1990、1995 年の四時点で、1 人当たり GDP において、東部地域は全国平均よりそれぞれ 11.4%、14.2%、17.1%、41.6%高いのに対して、中部地域は 19.9%、18.9%、23.1%、23.1%低く、西部は 34%、34.1%、34.6%、38.2%低いのである。

このような一人当たり GDP 格差に対して、各地域・各省の 1 人当たり労働、1 人当たり資本ストックまた TFP レベルはどのようなはたらきをしていたのか。

表 6 の格差会計分析の結果からわかるように、四時点において、東部地域の一人当たり GDP が全国平均より高い一つの要因は、東部地域の 1 人当たり資本ストックが全国平均より高いことにあり、一人当たり GDP の全国平均より高い部分のそれぞれ 23.5%、9.4%、37.8%、44.9%を説明している。また、労働はそれぞれ 16.9%、23.5%、8.7%、1.4%を説明している。TFP のレベルはそれぞれ 59.6%、67.1%、53.6%、53.7%を説明している。労働のほうはあまり貢献していないが、1 人当たり資本ストックと TFP のレベルはかなり貢献している。

中部地域の場合は四時点で一人当たり GDP が全国平均より低い主な要因は、中部地域の 1 人当たり資本ストックが全国平均より低くであり、一人当たり GDP の全国平均より低い部分のそれぞれ -24.9%、-63.2%、-26%、-50.9%を説明している。労働はそれぞれ -20.3%、-18.2%、-13.1%、-10%を説明している。TFP のレベルも全国平均より低いから、それ

ぞれ-22%、-63.2%、-37.5%、-39.1%を説明している。中部地域では特に1人当たり資本ストックの不足が原因であり、TFP レベルの低いこともかなり影響している。

西部地域の場合は四時点で一人当たり GDP が全国平均より低い第一の要因は、西部地域の TFP のレベルが全国平均より低いことにあり、一人当たり GDP の全国平均より低い部分のそれぞれ -56.1%、-56.1%、-59.8%、 -69.6%を説明している。資本ストックのレベルも相当に低く、それぞれ -42.9%、-43.5%、-43.1%、-36.9%を説明している。労働はそれぞれ -1.0%、-0.5%、2.9%、6.6%を説明している。西部地域では1人当たり資本ストックも不足であるが、もっとも重要な原因は TFP レベルの低いことにある。

各省の状況を見てみると、中部地域、西部地域の各省は資本ストックと TFP がほとんどマイナスの貢献をしていることがわかる。逆に、東部地域の各省はほとんど資本ストックと TFP の両方が一人当たり GDP の全国平均レベルより高い部分に貢献している。また、東部地域の各省を時系列でみると TFP による貢献が徐々に高まるのに対して、中部地域、西部地域の各省はかえって徐々に低下している。

結論から言えば、一人当たり GDP において、東部地域及び東部各省が全国平均より高いのは東部地域及び東部各省の一人当たり資本ストックと TFP のレベルが全国平均より高いからである。中部地域、西部地域及び各省の状況はその反対である。中部地域では、資本ストックの不足が主な原因であり、西部地域では TFP のレベルが低いことが主な原因である。

5. 結論

本稿では、1980年から1995年かけて、中国の東部、中部、西部三大地域間及び30の省・直轄市・自治区間の1人当たりGDP格差の現状と変化を検討した上で、格差拡大の時期、格差拡大の原因、格差拡大と郷鎮企業の発展との関係を分析した。また、成長会計分析のフレームワークを応用して、横断面データによる各地域、各省・直轄市・自治区の1人当たりGDP格差の会計分析を通じて、各省・直轄市・自治区の1人当たりGDP格差と労働、資本、生産性(TFP)との関係を探ってみた。以上のような分析を通じて、中国の地域格差について、以下のように要約できる。

中国経済全体において、東部地域のシェアが上昇しているのに対して、中部、西部地域のほうが下落している。三大地域の間で一人当たりGDPの格差が拡大し、特に東部地域と西部地域との格差が著しく拡大している。省レベルでは同じ現象が見られる。特に東部の江蘇、浙江、福建、山東、広東五省と西部各省との格差が発展の大きいずれによって広がった。このような一人当たりGDP格差の拡大は主に、東部地域・省と西部地域・省の職工或いは都市住民の間で格差が拡大した部分によるものではなく、農村住民の間で格差が拡大した部分によるものである。つまり、東部各省の農村と中部、特に西部各省の農村との間で、所得格差が著しく拡大している。東部各省の農村と中部、西部各省の農村との

間で、所得格差が著しく拡大しているのは東部各省の農村と中部、西部各省の農村との間で生れた農村工業の発展、つまり郷鎮企業発展の差によるものである。また、三大地域内の都市住民と農村住民の所得格差については、東部、中部地域では縮小するのに対して、西部地域では逆に拡大していた。このような一人当たり GDP、農村住民一人当たり収入格差の拡大は主に、90年代にできたものである。

1人当たり GDP 格差と労働、資本及び生産性について、次のようなことが言える。まず、質の要素を考慮していないが、労働は決定的な要因ではない。次に、省レベルから見ると、中部地域、西部地域の各省は資本ストックと TFP がほとんどマイナスの貢献をしていることがわかる。逆に、東部地域の各省はほとんど資本ストックと TFP の両方が一人当たり GDP の全国平均レベルより高い部分に貢献している。また、東部地域の各省を四時点（1980、1985、1990、1995 年）で見ると TFP による貢献が徐々に高まるのに対して、中部地域、西部地域の各省はかえって徐々に低下している傾向が見られる。最後に、三大地域で見ると、一人当たり GDP において、東部地域が全国平均より高いのは東部地域の一人当たり資本ストックと TFP のレベルが全国平均より高いからである。中、西部地域が全国平均より低いのは中部地域では、資本ストックの不足が主な原因であり、西部地域では TFP のレベルが低いことが主な原因である。言い換えれば、東部地域と中部地域、西部地域との一人当たり GDP の格差を解消するために、中部地域、西部地域に対するより多い投資と TFP の改善が求められる。

ここで注意すべきことは以上の1人当たり GDP 格差に関する結論はあくまでも地域と地域、省と省との比較から得たものであるが、各省内の格差状況にあまり触れていないことである。たとえば、東部地域内の遼寧省の場合、同じ地域の江蘇、浙江、福建、山東、広東五省と比べると、発展が大きく遅れていることがわかる。ところが、飛躍的に発展している遼寧省内の大連市と省内のその他の地域と比べると、また違う様子である。同じ広東省内でも、もっとも豊かな地域ともっとも貧しい地域との1人あたり GDP 格差が1992年ですでに十数倍になっていた¹⁰⁾。本稿では三大地域、省レベルを対象にしているから、各省内の地域格差に関する分析は今後の課題にしておきたい。また、各地域、各省の生産性レベルになぜ大きな格差が存在しているのかについて、産業間生産要素（特に労働）の合理的移動が一つの重要な要因として考えられるが（林毅夫・蔡昉・李周(1997)）、もっと具体的な実証分析が求められる。

注

1) 中国では台湾省を除き、1986年の時点では29の省・直轄市・自治区があったが、1987年に海南が広東省から分離して省に昇格し、1997年重慶市が四川省から分離して直轄市に昇格したから、現在31の省・直轄市・自治区になっている。本研究は、1981年から1995年を対象とするから、海南省の1987年以前のデータが広東省から分離して作成し、四川省のデータは重慶市を含んでいる。

2) 中国では習慣的に30の省を東部・中部・西部地域に三分割しデータを作って、地域格差問題を論じる。東部地域は北京、天津、河北、遼寧、上海、江蘇、浙江、福建、山東、広東、広西、海南の12省・

市・自治区、中部地域は山西、内モンゴ、吉林、黒龍江、安徽、江西、河南、湖北、湖南の9省・市・自治区、西部地域は四川、貴州、雲南、西藏、陝西、甘肅、青海、寧夏、新疆の9省・市・自治区である。

3) 中国は1953年から社会発展の5カ年計画を作り始めていた。1963-1965年は経済調整のため中断され、1966年から再開したのである。現在は‘第9次5カ年計画’にある。

4) 東北地域の遼寧省、黒龍江省は1950年代旧ソビエトの援助で多数の大型重工業プロジェクトが作られ、中国の社会主義重工業化建設に大きく貢献したのである。“三線”建設は1960年代に、旧ソビエトとの戦争を備え、多くの工場を中国の西南部の偏僻な山奥に移転させる戦略である。

5) 職工とは企業の医療、住宅などの福祉を享受する正社員を指している。

6) 在来工業地域は旧社会主義時代の重工業基地のことである(峰松他、(1997))。

7) 1999年1月13日『人民日報』の報道。

8) 一人当たりGDPの会計分析は速水(1995、p130)を参考されたい。

9) 1人当たり労働は労働人口と総人口の比率であり、労働力資源を表す。

10) 各省内の地域格差については胡鞍鋼・王昭光・康曉光(1995)を参考。

参考文献

- [1] 江崎光男・孫林(1998)「中国経済の成長会計分析 1981-1995」『国際開発研究フォーラム』第10号：1-15。
- [2] Mitsuo EZAKI and Lin SUN (1998), “Growth Accounting of China for National, Regional, and Provincial Economies:1981-1995,” Paper presented at 6th Convention of the East Asian Economic Association, September 4-5, 1998. (ICSEAD Working Paper No. 98-17)
- [3] 経済企画庁編(1997)『21世紀中国のシナリオ』大蔵省印刷局。
- [4] 胡鞍鋼・王昭光・康曉光(1995)『中国地区差距報告』遼寧人民出版社。
- [5] 中兼和津次(1996)「中国の地域格差とその構造」『アジア経済』1996年2月号：2-34。
- [6] 峰松 新・坂田久枝・鄭 小平・山田純順一(1997)「中国の地域開発戦略の現状と課題」『開発援助研究』Vol. 4 No. 1：124-182。
- [7] 速水佑次郎(1995)『開発経済学—諸国民の貧困と富』創文社。
- [8] 林毅夫・蔡昉・李周(1997)『中国の経済発展』日本評論社。
- [9] World Bank, (1997) *China 2020*, The World Bank.
- [10] 国家統計局編(各年版)『中国統計年鑑』中国統計出版社。
- [11] _____(1996)『改革開放十七年の中国地区経済』中国統計出版社。
- [12] _____(1997)『中国国内生産総値核算歴史資料(1952-1995)』中国東北財経大学出版社。

Reducing CO₂/SO₂ Emissions by Environmental Tax in China: A CGE Simulation Analysis

by

Mitsuo Ezaki, Morihiko Kinjo, Linsheng Gu and Shuchang Qi

1. Introduction

Global warming is a hot issue not only in current Japan where the third Conference of Parties (COP3) of the Framework Convention on Climate Change (FCCC) was held in Kyoto recently (in December 1997) but also in current world involving both developed and developing countries. The purpose of this paper is to quantitatively investigate the effect of introducing carbon and/or sulfur tax into China by using the method of simulation analysis based on CGE (Computable General Equilibrium) modeling, focusing on the current 9th five-year plan period (1996-2000). We will provide various simulation results on the extent and cost of reducing CO₂/SO₂ emissions, the impact on growth and industrial structure, and so on, if the pollution tax is levied on the emissions of CO₂ and/or SO₂ in a similar way to the carbon tax. As a result, it is expected to get a starting point for the analysis of joint implementation (to be more precise, "Clean Development Mechanism") between China and Japan to cope with the issue of global warming.¹

Since the UN Conference on Human Environment held in Stockholm in 1972, China has been tackling with the protection of environment in both national and local government levels (See Appendix A).² National Conference on Environmental Protection was held four times in 1973, 1983, 1989 and 1996, contributing to the formation of the basis of environmental administration. During the 1970s and 1980s, for example, the "three-synchronization" rule was introduced, enforcing both main equipment and environmental protection measures to be included simultaneously in the three stages of designing, building and usage, and the comprehensive use of "three wastes" (i.e., waste gases, waste water, and solid wastes) was positively promoted. Furthermore, the Law of Environmental Protection was introduced partially in 1979 and implemented nationwide in 1989. In the 1990s, the environmental administration was strengthened by taking the opportunity of Earth Summit (UN Conference on Environment and Development) in Rio de Janeiro in 1992. The environmental plans were proposed one after another such as Action Plan of Environmental Protection in China (September

1993), China's Agenda 21 (March 1994), the 9th Five-Year Plan of National Economy and the Environmental Plan (March 1996), and so on. According to the latest environmental protection plan for the 9th five-year plan, total level of waste emissions in the year 2000 are controlled to be less than that of 1995 for most indicators. The exception is sulfur dioxide (SO₂), for which total emissions are expected to increase by 3.8% from 23.69 to 24.60 million tons during the five-year period.³ No targets, however, are mentioned explicitly for carbon dioxide (CO₂) in any plans of the 1990s, so that the problem of global warming does not seem yet to occupy an important position in the administration of environmental protection in China. On the contrary, emissions of sulfur dioxide (SO₂) have become a problem of vital importance in China in connection with people's health.

In this paper, we will quantitatively investigate the reduction of CO₂ emissions with the reduction of SO₂ emissions in mind. The methodology is CGE modeling based on the 1995 input-output table, which is the extension of the 1992 table (See Table B1 in Appendix B for 7-sector table). Data on CO₂ and SO₂ emissions by industry and households are newly estimated for 1990 and 1995 (See Appendix B, Table B2). According to the new estimates, total CO₂ emissions in 1995 are about 3 billion tons in terms of carbon dioxide (about 0.8 billion tons in terms of carbon) with the composition of 2.6 billion tons (86%) for industries and 0.4 billion tons (14%) for households. Total SO₂ emissions in 1995, on the other hand, are 24.4 million tons in terms of sulfur dioxide with the composition of 20.9 million tons (85%) for industries and 3.5 million tons for households.⁴

In Section 2, we will present the system of environmental CGE model to be used for various simulations for the 9th five-year plan period (1996-2000). We will provide standard simulation (standard scenario) in Section 3 and compare it in Section 4 with alternative simulations (alternative scenarios) in order to analyze CO₂/SO₂ emissions in terms of carbon or sulfur tax. Summary and concluding remarks are given in Section 5. In Appendix A, we will provide a review and evaluation of national environmental protection plans in China mainly for the 1990s, while in Appendix B, we will give a brief explanation on the method and procedures of estimating CO₂ and SO₂ emissions in China for 1990 and 1995.

2. The System of Environmental CGE Model

The environmental CGE model of China is a model with 7 sectors, covering (1) agriculture, (2) mining, (3) light manufacturing, (4) energy, (5) heavy

manufacturing, (6) construction, and (7) services. Table 1 presents the whole system of equations, while Table 2 gives the corresponding notation. The whole environmental system is obtained by adding environmental variables or equations to the ordinary economic system. We will explain, first, on the ordinary non-environmental system and, then, on the introduction of environmental variables or equations into it.

The economic system for non-environmental aspects is basically the same as the CGE model of China presented in Kinjo and Ezaki [1997] or the CGE model of Vietnam presented in Ezaki and Son [1997]. The two preceding models adopt production and composite-goods functions of Cobb-Douglas type, which are replaced in the present model by those of CES (Constant Elasticity of Substitution) type. The present model (and the two preceding models also) are based essentially on the standard CGE model of open economy developed by Dervis, de Melo and Robinson [1982, Ch.7]. However, the present economic system (and the two preceding models also) have two important deviations from the standard CGE model. The first deviation occurs in the labor market, for which our system of Table 1 does not assume the equilibrium between demand and supply. That is to say, in each of the six non-agricultural industries ($i = 2 \dots 7$), nominal wage (W_i) is given exogenously as policy variable, and the marginal condition (eq.(6)) determines demand for labor (L_i), while input of agricultural labor is determined as residual by the difference between total supply of labor (L^S) and total non-agricultural demand for labor (eq.(7)). This formulation, which may be said to follow the dualistic development model of Lewis type, seems to fit better to the reality in the transition economy of China with surplus labor in the agricultural sector. This is, so to speak, the case of non-competitive labor market segmented by industry.

The second crucial deviation occurs in the aggregate budget constraint leading to the Law of Walras (eq.(57)), by which our system regards the balance between nominal savings (domestic S and foreign F) and nominal investment (I^n) as the equilibrium condition that determines prices in their absolute levels. That is to say, the balance equation ($S+F-I^n = 0$) is dropped as the redundant equilibrium condition in solving the system, so that the corresponding price (of nominal investment (I^n) in Chinese yuans (C¥)) is set at the unitary level (C¥=1.0 naturally) as the price of numeraire, resulting in the determination of other prices in their absolute levels. In our system of Table 1, the exchange rate (ER) may be changed freely (See the upper part of eq.(46)) or fixed at some constant level (See the lower part of eq.(46)). In the former case of flexible exchange rate, the price of

US dollar (the level of ER, C¥/US\$) is determined at the absolute level with C¥ as numeraire so as to attain the equilibrium in the foreign exchanges market (eq.(46), eq.(57)). Product prices (PX_i 's) also change freely to be determined at the absolute level with C¥ as numeraire so as to attain the equilibrium in the product markets (eq.(45), eq.(57)). Nominal wages (W_i 's) in non-agriculture are exogenous, so that they may appreciate or depreciate against C¥ as numeraire. The investment-saving balance is thus the key equilibrium condition that determines all of the prices in terms of C¥ absolutely.

We must note that the balance between savings and investment coincides with the equilibrium in money market (i.e., $S+F-I^n = M^d \cdot M^s$) if the balance between demand and supply for non-money financial assets such as loans, net foreign assets, etc. holds automatically as identity by quantity adjustment (See eq.(57)). In this case, money supply (M^s), in place of nominal investment (I^n), becomes crucial for the price determination in the absolute level, i.e., to explain inflation. We must note also that in our case of non-competitive labor market explained above, the balance between demand and supply is attained by quantity adjustment individually in each of the segmented labor markets. The first term in eq.(57), therefore, must vanish as the identity equal to zero rather than the excess demand equation. The same is true for the balance between demand and supply in the capital market, and the second term in eq.(57) must vanish as zero identity rather than the excess demand equilibrium condition, since the quantity adjustment is exclusively used to attain the balance in the capital market in our system. The same is again true for the market of US dollars in the case of fixed exchange rate system, and the last term of eq.(57) vanishes as identity since the balance between demand and supply is attained by the quantity adjustment of foreign capital inflow (F\$) as shown in the lower part of eq.(46)).

We have stressed two important characteristics of our economic system, which mean the deviations from the standard CGE model. Environmental variables focusing on carbon tax are, then, introduced into this economic system on the basis of the following decomposition formula, which is called "Kaya's identity":⁵

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{CO2} & = & \text{CO2 / E} & \times & \text{E / X} & \times & \text{X / L} & \times & \text{L} \\
 \text{CO2 emissions} & & \text{CO2 emissions} & & \text{Energy input} & & \text{Output} & & \text{Population} \\
 & & \text{per energy input} & & \text{per output} & & \text{per labor} & &
 \end{array}$$

From this decomposition, we can see that energy consumption is the basic

determinant of CO2 emissions and that there are two directions in reducing CO2 emissions: firstly, to reduce CO2 per unit input of energy (CO2/E) and, secondly, to reduce energy per unit output (E/X). The first includes technology improvement of two kinds: direct elimination (e.g., by dumping CO2 in the ocean) and energy substitution (e.g., from coal to petroleum), while the second means technology improvement of energy saving.

Using the above analytical framework, we can describe the relations between CO2 emissions (CO2I, CO2H, CO2T), carbon tax (PCO2) and the two directions of technology improvement (CO2/E, E/X) as follows:⁶

- (1) $CO2I = \sum_i RCO2_i \cdot a_{4i} \cdot X_i^S$ (total CO2 emissions by industries)
- (2) $CO2H = RCO2_h \cdot C$ (total CO2 emissions by households)
- (3) $CO2T = CO2I + CO2H$ (total CO2 emissions of the economy)
- (4) $INCO2 = PCO2 \cdot CO2I$ (carbon tax revenue in nominal value)
- (5) $IRCO2 = INCO2 / PI$ (real investment for environmental protection)
- (6) $PN_i = PX_i - \sum_j P_j \cdot a_{ji} - PX_i \cdot td_i - PCO2 \cdot RCO2_i \cdot a_{4i}$ (carbon tax as cost)
- (7) $S = s_p \cdot YP + s_g \cdot YG + INCO2$ (carbon tax revenue as saving)
- (8) $Q_i = \sum_j a_{ij} \cdot X_j^S + C_i + G_i + I_i + b_{4i} \cdot IRCO2$ (IRCO2 as demand)
- (9) $RCO2_i \propto RCO2_i (1 - RRCO2 \cdot IRCO2 / CO2I)$
(technology improvement for the next period: CO2/E)
- (10) $a_{4i} \propto a_{4i} \cdot (1 - RRX4 \cdot IRCO2 / X4I)$ where $X4I = \sum X_{4i}^S$
(technology improvement for the next period: E/X)

where a_{ji} = intermediate input coefficient, a_{4i} = energy input coefficient, $RCO2_i$ = rate of CO2 emissions per energy input, $RCO2_h$ = rate of CO2 emissions per energy consumption, PN_i = net output price, PX_i = gross output price, X_i^S = gross output, P_i = price of composite goods, Q_i = total demand for composite goods, S = total savings, YP = non-government income, YG = government income, s_k = saving rate, and so on.

These equations are derived based on the following simplifying assumptions.

- ① Revenue from the carbon tax (INCO2) is spent only on investment for environmental protection.
- ② Real investment for environmental protection (IRCO2) becomes final demand in the same way as ordinary investment.
- ③ IRCO2 is treated in the same way as consumption, not resulting in the accumulation of production capital.
- ④ IRCO2 causes proportionate reduction in CO2 emissions per unit input of energy (technology improvement), realizing common rate of improvement ($RRCO2 = \text{ton}/100 \text{ million yuans in real terms}$) in

each industry. ⑤ IRCO₂ causes proportionate reduction in energy input per unit output (technology improvement), realizing common rate of improvement (RRX₄ = 100 million yuans in real terms / 100 million yuans in real terms). ⑥ Measures of environmental protection are implemented domestically.

The framework for the analysis of CO₂ emissions above is totally valid also for the analysis of SO₂ emissions. The same, therefore, applies to the relations between SO₂ emissions (SO₂I, SO₂H, SO₂T), sulfur tax (PSO₂), and technology improvement in the two directions (emission coefficient RSO₂_i, energy input coefficient a_{4i}). The same is true also for the common rates of technology improvement (RRSO₂, RRX₄). Only the tax rates and the rates of technology improvement are different due to the difference in carbon (C) and sulfur (S) contents per unit of energy input. As mentioned above, total amounts of CO₂ and SO₂ emissions in China in 1995 are 3.0 billion tons and 24 million tons (0.24 billion tons), respectively, so that the gap in terms of weight exceeds 100 times.⁷

3. Standard Scenario for the 9th Five-Year Plan (1996-2000)

During the 8th Five-Year Plan period (1991-1995), the Chinese economy regained a rapid, sustained growth and realized the growth target to quadruple GNP for 20 years from 1980 to 2000, advancing the target date by 5 years. For the current 9th Five-Year Plan (1996-2000), therefore, the growth target was revised to quadruple “per capita GNP” from the 1980 level by the year 2000, while the long-term target for the year 2010 was set to double GNP during the first decade of the 21st century.⁸ The current 9th Five-Year Plan assumes the numerical targets for various economic and social indicators, which are summarized in Table 3 only for macroeconomic indicators, including the long-term targets by the year 2010, in parallel with the targets for the 8th plan. As seen in Table 3, the growth targets for the 9th plan are 8~9% for GDP, 10% for investment, and 6.5% for labor productivity, while the trade balance is assumed to move towards the equilibrium. We have constructed a case where the simulation results become as close as possible to these numerical targets, and called it as “standard scenario” since the results are used as the basis of comparison with the case of introducing environmental protection policies. We have regarded the fixed exchange rate system as standard, because the exchange rate of yuan per US dollar has been fairly stable since it was devalued drastically at the beginning of 1994. Table 4 shows this standard scenario,

which corresponds to the case of Business As Usual (BAU). The standard scenario of Table 4 obtains slightly higher GDP growth than the numerical target of the 9th plan, but we have regarded it reliable enough to be used as the basis of comparison in evaluating environmental protection policies. The upper most part of Table 4 (the block for “Walras’ Law”) indicates the number of iterations needed to solve the system (NIT), the convergence criterion (EPS), and the confirmation of Walras’ Law (i.e., value of excess demand in each market corresponding to eq.(57) of Table 1). We can confirm in the light of Walras’ Law that computation was correctly done, since solutions obtained without using the savings-investment balance constraint ($S+F-I^n=0$) satisfy in fact the unused constraint almost perfectly.

Parameter values and data used to derive the standard scenario are summarized partly in Table 5. In the case of production function, elasticities of substitution (ESXs) for 7 industries are set at the levels shown in Table 5, following basically the estimates of Kuroda [1984] (Table 10-2 and Table 11-1) for Japanese industries, though the Global Trade Analysis Project (GTAP) suggests the elasticities to be generally a little higher than one.⁹ In the case of composite goods function which aggregates domestic and imported goods, elasticities of substitution (ESQs) for 7 industries are set at the same levels as GTAP as shown in the second part of Table 5. Next is the extrapolation of exogenous variables up to the year 2000. As shown in the third part of Table 5, growth rate of labor supply (LS), growth rate of non-agricultural wage (RL) and growth rate of real investment (IR) are assumed to be 1%, 6% and 8% respectively. The most difficult extrapolation is on the technical progress or productivity increase in each industry, i.e., $G(X0)$ (rates of increase in scale parameter for 7 production functions) and $G(AA)$ (rates of decrease in intermediate input coefficients for 7 industries). The assumed rate of technical progress is especially high for agriculture (8%). The high rate of technical progress in agriculture is necessitated to achieve agricultural output growth to some extent in spite of the exodus of agricultural labor. In other words, we have assumed that the agricultural sector in China responds to the exodus of labor by increasing working hours. In the case of export function, price elasticity (η) and change in scale (EO) in each industry are derived by referring to regression results based on time series data.

The lower-most part of Table 5 indicates data on capital stocks by industry. We have allocated total capital stocks to each industry proportionately to capital income by assuming the rate of return to capital to be equal between industries. Now we stress that total capital stocks here are estimated by using a completely

new method, which is quite different from the ordinary method based on ICOR (Incremental Capital-Output Ratio). The new method, which is proposed in Ezaki and Sun [1997], combines the formula of growth accounting with the formula of capital accumulation (i.e., stock-flow relation), resulting in the simultaneous and consistent estimation of both capital stocks and growth of TFP (Total Factor Productivity). We will explain this methodology very briefly below.

Denoting growth rate of GDP by GY, growth rate of labor by GL, growth rate of real capital stock by GK, growth rate of TFP by GT, labor share by ω , level of real capital stock by K, level of real investment flow by I, and rate of depreciation by δ , we can express the formulas of growth accounting and capital accumulation as :

$$\begin{aligned} GY &= \omega GL + (1-\omega) GK + GT \\ GK &= I / K - \delta \end{aligned}$$

From the two identities, we get the relation between real capital stock (K) and real investment flow (I):

$$K = [(1-\omega) / (GY - \omega GL - GT + (1-\omega) \delta)] I$$

For the period of 8th five-year plan (1991-1995), for example, we assign a proper level of TFP growth as the initial value of GT, and compute K based on the last identity above by using actual data on GY, GL, ω , δ and I, which are averaged for the five-year period. Regarding K as the capital stock at the mid-point of the five-year period (i.e., mid-point of 1993), we accumulate annual real investment flows (I(t)) for five years both forwardly and backwardly according to the following formulas:

$$\begin{aligned} K(t+1) &= K(t) + (I(t)+I(t+1)) / 2 - \delta K(t) \\ K(t-1) &= [K(t) - (I(t)+I(t-1)) / 2] / (1-\delta) \end{aligned}$$

Now we have a series of capital stocks for five years, from which we get average growth rate of capital (GK) for the five-year plan period. Applying this average growth rate to the first identity of growth accounting, we get a new level of average TFP growth, which is different from the initial value of GT. Then, we change the initial value of GT in a proper level and direction, and reach again different K,

different GK, and different GT. This iterative process of computation is continued until GT at the beginning of iteration coincides with GT at the end of iteration.¹⁰

Total capital stocks for all industries estimated by this method are shown at the end of the lower-most part of Table 5. However, capital stocks by individual industries shown in the same lower-most part of Table 5 are the results of proportional allocation based on the assumption of common and equal rate of return to capital for all industries. The new method of capital stock estimation can, in principle, be applied to the individual industry level, provided that real investment series by industry are available together with several real input-output tables. The estimation of capital stocks and TFP growth for individual industries is left to be done as a future research task.

4. Simulation Analyses of CO₂ and SO₂ Emission

Table 4 indicates, in the middle block for “changes in economic variables,” the simulation results called standard scenario which correspond very closely to the growth targets of the 9th five-year plan. Table 4 indicates also, in the final block for “changes in environmental variables,” the dynamic path of CO₂/SO₂ emissions for the case of BAU (Business as Usual) where no measures are taken for the protection of environment. In this case, total emissions of CO₂ (CO₂T) increase from 3.05 billion tons in 1995 to 5.63 billion tons in 2000 at the annual growth rate of 13.0%. Total emissions of SO₂ (SO₂T), on the other hand, increase from 24.3 million tons in 1995 to 45.2 million tons in 2000 at the rate 13.2%. In this case, energy input coefficient (a_{4l}), though fixed in each industry, increases gradually from 0.032 to 0.033 when averaged for seven industries.

The question here is what will happen to CO₂ and SO₂ emissions, growth rate and industrial structure, inflation and the balance of payments, etc., if the government of China introduces carbon or sulfur tax at the beginning of five-year plan period and use the revenue for investment on environmental protection as assumed in Section 2. Direction of changes and degree of impacts depend, of course, on the levels of tax rates (PCO₂ and PSO₂) as well as on the degree of technology improvement in two kinds: energy saving (RRX₄) and reduction of CO₂ and SO₂ emissions per energy input (RRCO₂ and RRSO₂). It is, however, not easy to get definite quantitative relations between investment on environmental protection (IRCO₂ and IRSO₂) and the degree of technology improvement (RRX₄, RRCO₂ and RRSO₂). In this paper, therefore, we will try to evaluate the impacts of carbon

or sulfur tax quantitatively by hypothetical experiments, i.e., by changing the degree of technology improvement within a certain range which seems to be possible and probable.

The first experiment is the case where 140 yuans of carbon tax are levied per ton of CO₂ emissions (i.e., PCO₂ = 140 C¥/t). Technology improvement in this case is assumed to be realized by energy saving, and its speed is set to be 0.1 (i.e., RRX₄ = 0.1) which means that 10 million yuans of energy inputs (in real value at constant 1995 prices) are saved by 100 million yuans of environmental protection investment (in real value at constant 1995 prices). Note that 10 million yuans of real energy inputs are roughly equivalent with 9000 tons of oil. The five-year simulation for this case is presented in Table 6. Comparing Table 6 with Table 4 of BAU, we can see that total CO₂ emissions (CO₂T) in the year 2000 decrease to a fairly large extent from 5.63 billion tons to 4.06 billion tons, coming back closely to the level in 1995. Similarly, total SO₂ emissions (SO₂T) in the year 2000 decrease from 45.2 million tons to 31.9 million tons and the rate of direction is almost the same as for CO₂. Energy input coefficient (a_{4i}) in the year 2000 also decreases to a large extent from 0.032 to 0.025 when averaged for all industries. This drastic improvement in environment forces sacrifice to some extent in various fields of the national economy. GDP growth rate, for example, decreases from 10.3% to 9.7% for the five-year plan period. The level of real GDP in the year 2000 decreases by 3.0% from 9.7 trillion to 9.4 trillion yuans. The rate of inflation increases for the plan period by 0.5 point from 3.9% to 4.4% in terms of GDP deflator (PY). Deficit in the current balance of payment (F\$) increases though to a relatively small extent (1% of GDP) in the year 2000. Impacts on real production by industry are not uniform, negative in some industries while positive in others such as construction industry. Speaking in general, economic costs in this case do not seem to be large in spite of fairly big effects on environment.

The second experiment is the case where 14000 yuans of sulfur tax is levied per ton of SO₂ emissions (i.e., PSO₂ = 14000 C¥/t) under the same assumption of energy saving and the same rate of technology improvement (RRX₄ = 0.1). The five-year simulation for this case is presented in Table 7, the contents of which are almost unchanged compared with Table 6 for CO₂. Small differences are observed on the reduction of CO₂ emissions, resulting mainly from the level of sulfur tax assumed in Table 7.¹¹ It may be concluded that no big differences will be observed on reducing CO₂ emissions between the two tax measures as far as the approach to technology improvement is made in the direction of energy saving, though it

depends more or less on the assumptions adopted in Section 2.

Table 6 is a special case where the rate of carbon tax (PCO2) is set be 140 C¥/t and the rate of technology improvement in energy saving (RRX4) to be 0.1 C¥(1995 prices)/C¥(1995 prices). By observing many of such special cases, we may be able to derive general implications on the reduction of CO2 emissions, so that we have conducted 48 experiments for 8 different rates of carbon tax (PCO2) changing from 0 to 140 with the notch of 20 and for 6 different rates of technology improvement (RRX4) changing from 0.00 to 0.10 with the notch of 0.02. The five-year simulation results for these 48 special cases are summarized in Table 8, comparing basically with the case of BAU in Table 4. Similarly, we have conducted 48 experiments, which are summarized in Table 9, for 48 pair-wise combinations of carbon tax (PCO2) and technology improvement (RRCO2), where the technology improvement is not of energy saving type but of the second direct type which reduces CO2 emissions per unit of energy input. Note that RRCO2 (ton/C¥ at 1995 prices) means how many tons of CO2 are reduced by one unit of real environmental investment. We have conducted similar experiments focusing on the sulfur tax (PSO2), and the results are summarized in Table 10 only for the case of technology improvement of energy saving type.

From Table 8 and Table 9, we can derive several implications on the relations between carbon tax and CO2 reduction for the economy of China in the 9th five-year plan period (1996-2000).

First, the introduction of carbon tax contributes definitely to the reduction of CO2 emissions (See $\Delta CO2T$ and $\Delta CO2T/CO2T$ in both tables). This is true even when the technology improvement in either direction, RRX4 or RRCO2, becomes zero. Even in the case of no technology improvement, the carbon tax of 140 yuans per ton makes the CO2 emissions smaller by 4% compared with BAU. And the reduction rate is larger in the households sector than in the industrial sectors (See $\Delta CO2H/CO2H$ and $\Delta CO2I/CO2I$). The definite contribution of carbon tax means an important significant role of the market in reducing CO2 emissions, resulting from the increase in production cost due to the levy of carbon tax. Needless to say, the reduction rate is higher and the carbon tax becomes more effective, if the rate of technology improvement is higher. And the reduction rate becomes higher for higher tax rates, if the rate of technology improvement is constant. Important questions are: what is the actual level of RRX4 or RRCO2, and to what extent RRX4 and RRCO2 can be raised and at what cost.

Second, the reduction of CO2 emissions through energy saving technology

may have limitation in its effectiveness, since the ratio of CO₂ emissions in 2000 to those in 1995 (CO₂T(2000/1995) in Table 8) is only 1.329 at the highest and does not become smaller than 1 for higher rates of technology improvement (RRX4). This is because lowering the coefficients of energy input means the reduction of CO₂ emissions as a direct effect, on the one hand, but it means also the increase in production and energy demand as side effects due to cost reduction, on the other. The role of market becomes an important factor again in evaluating energy saving technology. In case of the technology improvement of direct CO₂ reduction (Table 9), the ratio of 2000 to 1995 in CO₂T becomes smaller than 1 quickly, and even to the level of 1/4 at the lowest. The question is again to what extent RRCO₂ can be raised and at what cost.

Third, real GDP must be sacrificed to some extent in order to achieve the reduction of CO₂ emissions (See Δ GDPR).¹² The amount of sacrifice is 1~6% decrease in the level of GDP compared with BAU. It is 0.2~1.4% decrease in the growth rate of GDP compared with BAU (See Δ GDPR/GDPR, g(GDPR)). The degree of decrease ranges fairly widely, and where is the most probable point depends again on the extent and cost of technology improvement. However, we can say definitely that the higher the tax rate, the bigger the sacrifice in real GDP, if the rate of technology improvement is constant at some level. That is to say, the rate of carbon tax and the rate of GDP growth are negatively correlated. We must note also that the decrease in GDP compared with BAU is far smaller in nominal terms than in real terms (See Δ GDPN). This is due to the inflationary tendency caused by the introduction of carbon tax.

Fourth, the average cost of CO₂ reduction when measured by the decline in real GDP gradually decreases in parallel with the increase in the amount of CO₂ reduction, i.e., the increase in carbon tax under the fixed rate of technology improvement (See Δ GDPR/ Δ CO₂T in both tables). This is true also in terms of the marginal cost. This may look unusual situation for “joint implementation”, where the marginal cost curve with positive slope is almost always assumed in the discussion.¹³ However, the marginal cost curve with negative slope as observed in Tables 8 and 9 for China cannot be denied as totally inappropriate in considering joint implementation. Between China and Japan, for example, the joint implementation (precisely speaking, “Clean Development Mechanism (CDM)”) can be beneficial for the two countries even in the case of declining marginal cost curves, if there exist a big gap in the marginal cost measured in terms of some appropriate currency between the two countries. However, the optimal level of

joint implementation (not of CDM) becomes difficult to be determined in this case.

Fifth, if we measure the cost of reducing CO₂ emission by nominal GDP, both of the average and marginal costs increase in parallel with the increase in the amount of CO₂ reduction (See $\Delta \text{GDPN}/\Delta \text{CO}_2\text{T}$ in Table 8). Therefore, it may be a possible approach to measure cost and benefits of joint implementation (or CDM) in terms of nominal GDP. The carbon tax of 100 yuans per ton of CO₂ emissions, for example, is the private cost for a firm which causes the decrease in profits, the nominal value (cost) of which is 100 yuans per ton of CO₂ for the firm. On the other hand, it is the social cost which causes the decrease in income for the whole society, the nominal value (cost) of which is 137 yuans per ton of CO₂ measured in terms of GDP (See $\Delta \text{GDPN}/\Delta \text{CO}_2\text{T}$ for the case of $\text{RRX}_4 = 0.1$ in Table 8). This nominal social cost (per ton of CO₂) increases in accordance with the increased reduction of CO₂ emissions caused by the increase in the nominal private cost (per ton of CO₂), i.e., the carbon tax. As a result, it becomes possible to determine the optimal level of joint implementation.¹⁴

Sixth, the cost of CO₂ reduction measured in terms of nominal GDP can allow also for the increasing marginal cost of physical or engineering sense, which usually occurs in physical environmental investment, in addition to the increasing marginal cost of social or economic sense caused by the carbon tax. For that purpose, we just read the measured cost ($\Delta \text{GDPN}/\Delta \text{CO}_2\text{T}$ in Table 8) in the direction from Southwest to Northeast (namely, from large to small RRX_4 and from small to large PCO_2). The problem is again what is the speed of rising physical marginal cost or how fast is the slow down of technological improvement in the actual economy.

We have investigated the reduction of CO₂ emissions in China from the point of view of the carbon tax based on the dynamic CGE simulation. We can, however, approach the same problem of CO₂ reduction also from the point of view of the sulfur tax as mentioned on Table 7. Table 10 presents simulation results for levying the sulfur tax under the technology improvement of energy saving type, which is comparable with Table 8 for the carbon tax. We can see that $\Delta \text{CO}_2\text{T}$ in Table 10 is quite close to $\Delta \text{CO}_2\text{T}$ in Table 8. It must be emphasized again that the approach from the sulfur tax in reducing CO₂ emissions is effective and useful for China.

5. Summary and Future Researches

In this paper, various dynamic simulations have been attempted based on an environmental CGE model of China for the period of the 9th five-year plan (1996-2000). From the simulation analysis, we have derived several quantitative implications on reducing CO₂ emissions in China. Among others, introducing carbon tax is effective in reducing CO₂ emissions; its social cost decreases marginally when measured by real GDP; the social cost increases marginally when measured by nominal GDP, resulting in a meaningful analysis of joint implementation or CDM; approaching from the sulfur tax to the CO₂ reduction is as effective as approaching from the carbon tax.

In this paper, there still remain several research tasks to be done in the near future. First, capital stocks must be estimated for individual industries directly, instead of prorating, by using the same new method as for total capital stocks. Second, the standard scenario has been confirmed to be extended to the year 2010, so that the same analyses can/must be made for a longer 15 year period (1996-2010). Third, an elaboration of the model must be made for energy industry in order to allow for energy substitution between coal, oil, and natural gas. Fourth, the rate of technology improvement was crucial in interpreting simulation results, so that information on this engineering aspect must be collected as widely as possible. Fifth, the joint implementation between China and Japan or the CDM, precisely speaking, is an important and interesting problem, for which an integrated study based on the models of two countries must be made by adding the model of Japan, and the present study on China should be a good starting point. These are research tasks of immediate future, while a new research topic to be done continuously is to analyze CO₂/SO₂ emissions in the provincial level, focusing on one province in China such as Sichuan.

Appendix A. Estimation of CO₂ and SO₂ Emissions

Table A1 indicates the 7-industry input-output table of China (1995) used in the analysis of this paper, while Table A2 presents the estimates of CO₂ and SO₂ emissions (1990, 1995) for the same 7 industries as well as for the households sector. The former 7-industry input-output table is obtained by aggregating the original 33-industry extended IO table. The latter is obtained also by aggregating the estimates for 33 industries.

The table of CO₂/SO₂ emissions by industry in China is estimated by focusing on CO₂ and SO₂ which are emitted into the air in the process of

combusting energy products of various kind through economic activities of producers and consumer. The method of estimation is briefly explained below.

(1) Sources of data and their collection

First, the table of energy consumption by industry is estimated to derive the table of CO₂/SO₂ emissions. The table of energy consumption consists of the processed data on final consumption and transformation consumption for 15 kinds of energy products. It must be noted that energy consumption for transformation is divided into “consumption as fuels” and “consumption as raw materials”.

Generations or emissions of CO₂ by industry are computed based on the table of energy consumption by industry and the amount of carbon (C) contained in the consumed energy.

Generations of SO₂ by industry are computed also based on the table of energy consumption by industry and the amount of sulfur (S) contained in the consumed energy, allowing for different production and processing. Emissions of SO₂ are computed based on the related statistics and data of the National Environmental Protection Agency, referring also to the advice of experts.

Data on the amounts of carbon and sulfur contained in coal, oil, and natural gas are obtained respectively from national bureaus of coal, oil, and natural gas. Since coal, oil, and gas are excavated at different places while generated in different ages, the weighted average contents of carbon or sulfur are used to compute their generations.

(2) Energy transformation

In order to estimate the amount of energy used for transformation into the secondary energy, statistics and data on the energy consumption by industry are divided into two parts: final and transformation consumptions by industry, and the energy table is obtained after some data processing. According to the standard industry classification of China, the energy transformation industries consist of coal excavation, cokes, coal products, petroleum products, chemicals, and so on. The amount of energy used for the transformation into the secondary energy is computed in the following way.

Fuel consumption of the energy transformation industry

(coal, oil, and natural gas)

= total energy consumption used in the energy transformation industry

- energy input as raw materials in the energy transformation industry

On the other hand, CO₂ and SO₂ emissions of the energy transformation industry are computed by:

CO2 generations = total CO2 generations by formula
- CO2 contained in the transformed secondary energy

SO2 generations = total SO2 generations by formula
- SO2 contained in the transformed secondary energy

(3) Computation of CO2/SO2 generations and emissions

CO2 generations = fuel consumption × carbon contents
× mass of chemical compound × loss coefficient (%)

SO2 generations = fuel consumption × sulfur contents
× mass of chemical compound × loss coefficient (%)

SO2 emissions = SO2 generations × sulfur elimination coefficient (%)

China is a country of big energy consumption, of low efficiency in utilization, and of imperfect combustion with much waste. Therefore, the computation of CO2 and SO2 emissions by industry must allow for the loss of energy, which corresponds to “loss coefficient” above.

(4) Computation of CO2/SO2 generations and emissions for special industries

A. Computation of gas recovery in the metal refinery and rolling industry.

Total amount of gas recovery (100 million cubic meters)
= gas generations per ton of iron production × annual iron production
× estimated rate of gas recovery (%) of metal refinery firms

CO2 and SO2 contained in total recovered gas are computed based on the formulas for generations and emissions above, and subtracted from total CO2/SO2 generations and emissions in the metal refinery and rolling industry. The rate (%) of gas recovery for the metal refinery firms is estimated by using iron production (gas generations per ton of iron) since only large and part of medium sized firms possess the technology of gas recovery.

B. Computation of CO2/SO2 generations and emissions in cokes industry.

CO2/SO2 generations in cokes production
= (1 – cokes production/coal consumption as input) × loss coefficient
+ CO2/SO2 generations by fuel consumption of cokes industry

NOTES:

1. According to the Kyoto Protocol of COP3, “Joint Implementation” means joint activities between developed countries themselves to reduce CO2 emissions. “Clean Development Mechanism”, on the other hand, means joint projects between developed and developing countries to attain sustainable development of the latter,

and the reduction of CO₂ emissions arising from the projects can be credited to the attainment of numerical targets of the former. See Environmental Protection Agency [1998].

2. See also Imura and Katsuhara [1995], Sadakata [1997], etc. for environmental protection management in China.

3. See Table A2 in Appendix A.

4. Kuroda et al. [1996] (Table 1-2, p.17) provides the estimates of total CO₂ and SO₂ emissions for 1987 as 2.4 billion and 20.3 million tons, respectively, so that our estimates for 1990 and 1995 shown in Table B2 seem to be different in estimation method and concepts from their estimates. Our estimates are consistent with the official data regarding total amount of emissions.

5. See IPCC [1997, Ch.1], Ueda [1996, Ch.10] for Kaya's identity.

6. See equations with ※ in Table 1. Note that these equations allow also for introducing the sulfur tax in addition to the carbon tax.

7. As a result, the common rate of technology improvement for CO₂ reduction (RRCO₂, tons/'95¥) should be bigger by 100 times than the same rate for SO₂ reduction (RRSO₂, tons/'95¥).

8. See Mitsubishi Research Institute [1996].

9. GTAP covers more than 30 countries or regions in the world, and its methodology is the linked system of country or regional CGE models. See Kawasaki [1996] for the system and parameter values adopted by GTAP.

10. See Ezaki and Sun [1997] for the details of methodology and the results of measurement on the whole economy of China as well as on its 30 provinces and cities. TFP estimates for the whole economy in the 1980s are quite comparable with those of Li Jingwen [1992].

11. The question is whether or not the carbon tax of 140 yuans per ton of CO₂ is equivalent with the sulfur tax of 14000 yuans per ton of SO₂ from the point of view of the CO₂ emissions. Judging from the size of CO₂ and SO₂ emissions measured in tonnage, the sulfur tax must be bigger in value by more than 100 times than the carbon tax, since CO₂ and SO₂ emissions originate generally from common sources of energy.

12. See Akita and Sawa [1997] (Fig.1) for a variety of relations between the rate of carbon tax and the rate of GDP growth provided by other quantitative researches. See Jorgenson and Wilcoxon [1993] and Kuroda and Shimpo [1993] for the analysis of CO₂ reduction based on the dynamic general equilibrium framework.

13. See Kuroda [1996] (Chapter II), for example.

14. Costs and benefits measured in real GDP are determined accordingly.

REFERENCES (* in Japanese, ** in Chinese)

- 1.**Editorial Committee for China Environmental Yearbook, *China Environmental Yearbook*, 1991~1996, China Environmental Yearbook Press.
2. **Editorial Committee for Chinese Environmental Protection Administration, *Twenty Years of the Chinese Environmental Protection Administration*, China Environmental Science Press, 1994.
3. * Environmental Protection Agency, Government of Japan, "Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change," Jan. 1998.
4. Ezaki, Mitsuo, and Le Anh Son, "Prospects of the Vietnamese Economy in the Medium and Long Run: A Dynamic CGE Analysis," APEC Discussion Paper Series No.10, March 1997.
5. *Ezaki, Mitsuo, and Le Anh Son, "Prospects of the Vietnamese Economy in the Medium and Long Run: A Dynamic CGE Analysis," *Inter-Industry: Innovation & I-O Technique*, Vol.7, No.3, May 1997, pp.4-16.
6. * Ezaki, Mituso, and Lin Sun, "Productivity Change in the Chinese Economy: 1981-1995," mimeo., December 1997.
7. Dervis, Kemal, Jaime de Melo and Sherman Robinson, *General Equilibrium Models for Development Policy*, Cambridge University Press, 1982.
8. * Imura, Hidefumi, and Ken Katsuhara (eds.), *Environmental Problems in China*, Toyo Keizai Shinpo Sha, 1995.
9. * IPCC, Working Group III (ed.), *Economic and Social Dimensions of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Chuo Hoki, 1997.
10. Jorgenson, Dale W., and Peter J. Wilcoxon, "Reducing U.S. Carbon Dioxide Emissions: An Assessment of Different Instruments," *Journal of Policy Modeling*, 15(5&6), 1993, pp.491-520.
11. Kawasaki, Kenichi, "Annex: Outline of the GTAP Model," ERI/CGE(96) 1 Annex, 1996.
12. * Kinjo, Morihiko, and Mitsuo Ezaki, "A Dynamic CGE Model of China and Its Applications," in T. Sano and J. Nakamura (eds.), *Estimation and Utilization of International Input-Output Tables (VIII)*, Institute of Developing Economies, March 1997, pp.177-212.
13. * Kojima, Reiitsu and Nariaki Fujisaki (eds.), *Development and Environment:*

- the Experience of East Asia*, Institute of Developing Economies, 1993.
14. * Kuroda, Masahiro, *Introduction to Positive Economics*, Nihon Hyoron Sha, 1984.
 15. * Kuroda, Masahiro, Takayuki Kiji, Kanji Yoshioka, Hitoshi Hayami and Yoshikazu Wada, *Energy Consumption and Environmental Issues in China*, Research Series 27, MITI Research Institute, Ministry of International Trade and Industry, 1996.
 16. Kuroda, Masahiro and Kazushige Shimpo, "Reducing CO2 Emissions and Long Run Growth of the Japanese Economy," *Journal of Applied Input-Output Analysis*, Vol.1, No.2, October 1993, pp.1-28.
 17. Li Jingwen, et al., "Productivity and China's Economic Growth," *The Economic Studies Quarterly*, Vol.43, No.4, December 1992, pp.337-350.
 18. Ministry of Foreign Affairs ?? COP3 Protocol ????
 19. * Mitsubishi Research Institute (ed.), *Information Handbook on China*, Soshisha, 1996.
 20. ** National Environmental Protection Agency, *Report on the State of the Environment in China 1996*, China Environmental Science Press, 1997.
 21. ** National Environmental Protection Agency, *The National Ninth Five-year Plan for Environmental Protection and the Long-term Targets for the year 2010*, 1996.
 22. * Sadakata, Masaki (ed.), *Handbook of Environment in China*, Science Forum, 1997.
 23. * Ueda, Kazuhiro, *Economics of Environment*, Iwanami Shoten, 1996.

Table 1. Environmental CGE Model of China: System of Equations

Price relations:

- (1) $PM_i = \overline{PM}_i \cdot ER$
(2) $PE\$_i = PX_i / ER$
(3) $P_i = (PX_i \cdot D_i + PM_i \cdot M_i) / Q_i$
 $Q_i = B_i \cdot [\beta_i \cdot M_i^{\rho_{Qi}} + (1 - \beta_i) \cdot D_i^{\rho_{Qi}}]^{\sigma_{Qi}}$
 $\sigma_{Qi} = 1 / (1 - \rho_{Qi}) \quad (\rho_{Qi} < 1)$
(4) * $PN_i = PX_i - \sum P_j \cdot \overline{a_{ji}} - PX_i \cdot \overline{td}_i - P_{CO_2} \cdot \overline{R}_{CO_2i} \cdot \overline{a_{4I}}$
or $PN_i = PX_i - \sum P_j \cdot \overline{a_{ji}} - PX_i \cdot \overline{td}_i - P_{SO_2} \cdot \overline{R}_{SO_2i} \cdot \overline{a_{4I}}$

Production function:

- (5) $X_i^S = A_i \cdot [\alpha_i \cdot L_i^{\rho_{Xi}} + (1 - \alpha_i) \cdot K_i^{\rho_{Xi}}]^{\sigma_{Xi}}$
 $\sigma_{Xi} = 1 / (1 - \rho_{Xi}) \quad (\rho_{Xi} < 1)$

Labor market conditions:

- (6) $L_i = A_i^{\sigma_{Xi}} \cdot (\alpha_i \cdot PN_i / W_i)^{\sigma_{Xi}} \cdot X_i \quad W_i = \text{exogenous } (i = 2 \dots 7)$
(7) $L_1 = \overline{L}^S - \sum_{i=2}^7 L_i$
(8) $W_1 = A_1^{\sigma_{X1}} \cdot \alpha_1 \cdot PN_1 \cdot (X_1 / L_1)^{1 - \rho_{X1}}$
(9) $W = \sum W_i \cdot L_i / \overline{L}^S$

Capital market conditions:

- (10) $K_i = \overline{K}_i$
(11) $R_i = A_i^{\rho_{Xi}} \cdot (1 - \alpha_i) \cdot PN_i \cdot (X_i / K_i)^{1 - \rho_{Xi}}$
(12) $R = \sum R_i \cdot K_i / \overline{K}^S \quad \overline{K}^S = \sum \overline{K}_i$

Income and saving*:

- (13) $Y_P = (1 - \overline{ty}_K) \cdot R \cdot \overline{K}^S + (1 - \overline{ty}_L) \cdot W \cdot \overline{L}^S$
(14) $Y_{PA} = W_1 \cdot L_1 + R_1 \cdot K_1$
(15) $Y_{PN} = Y_P - Y_{PA}$
(16) $Y_G = \overline{ty}_L \cdot W \cdot \overline{L}^S + \overline{ty}_K \cdot R \cdot \overline{K}^S + \sum \overline{td}_i \cdot PX_i \cdot X_i^S$
(17) $S = \overline{sp} \cdot Y_P + \overline{sg} \cdot Y_G + INCO_2$

Consumers:

- (18) $C_{PAi} = \gamma_{Ai} \cdot (1 - \overline{sp}_A) \cdot Y_{PA} / P_i \quad (\sum \gamma_{Ai} = 1)$
(19) $C_{PNi} = \gamma_{Ni} \cdot (1 - \overline{sp}_N) \cdot Y_{PN} / P_i \quad (\sum \gamma_{Ni} = 1)$
(20) $C = \sum (C_{PAi} + C_{PNi})$
(21) $PC = [(1 - \overline{sp}_A) \cdot Y_{PA} + (1 - \overline{sp}_N) \cdot Y_{PN}] / C \quad (PC \cdot C \equiv \sum P_i \cdot (C_{PAi} + C_{PNi}))$

Government:

- (22) $G = (1 - \overline{sg}) \cdot Y_G / PG$
(23) $G_i = \overline{b}_{Gi} \cdot G \quad (\sum \overline{b}_{Gi} = 1)$
(24) $PG = \sum \overline{b}_{Gi} \cdot P_i \quad (PG \cdot G \equiv \sum P_i \cdot G_i)$

CO₂ emission and CO₂ tax revenue:

$$(25) * CO_{2I} = \Sigma \overline{R}_{CO_2I} \cdot \overline{a}_{4i} \cdot X_i^S$$

$$(26) * CO_{2H} = \Sigma \overline{R}_{CO_2H} \cdot C$$

$$(27) * CO_{2T} = CO_{2I} + CO_{2H}$$

$$(28) * INCO_2 = P_{CO_2} \cdot CO_{2I}$$

$$(29) * IRCO_2 = INCO_2 / PI$$

SO₂ emission and SO₂ tax revenue:

$$(30) * SO_{2I} = \Sigma \overline{R}_{SO_2I} \cdot \overline{a}_{4i} \cdot X_i^S$$

$$(31) * SO_{2H} = \Sigma \overline{R}_{SO_2H} \cdot C$$

$$(32) * SO_{2T} = SO_{2I} + SO_{2H}$$

$$(33) * INSO_2 = P_{SO_2} \cdot SO_{2I}$$

$$(34) * IRSO_2 = P_{SO_2} \cdot SO_{2I}$$

Capital formation:

$$(35) I^n = PI \cdot I \quad I = \text{exogenous}$$

$$(36) I_i = \overline{b}_{Ii} \cdot I \quad (\Sigma \overline{b}_{Ii} = 1)$$

$$(37) PI = \Sigma \overline{b}_{Ii} \cdot P_i \quad (PI \cdot I \equiv \Sigma P_i \cdot I_i)$$

Foreign capital inflow:

$$(38) F = \overline{F\$} \cdot ER \quad (ER = ER^e) \quad \text{or} \quad F = F\$ \cdot \overline{ER}$$

Demands components:

$$(39) * Q_i = \Sigma \overline{a}_{ij} \cdot X_j^S + C_i + G_i + I_i + b_{Ii} \cdot IRCO_2$$

$$\text{or} \quad Q_i = \Sigma \overline{a}_{ij} \cdot X_j^S + C_i + G_i + I_i + b_{Ii} \cdot IRSO_2$$

$$(40) d_i = 1 / B_i \cdot [\beta_i \cdot (M_i / D_i)^{\rho_{Qi}} + (1 - \beta_i)]^{1/\rho_{Qi}} \quad \text{where} \quad d_i = D_i / Q_i$$

$$(41) D_i = d_i \cdot Q_i$$

$$(42) M_i = (\beta_i / (1 - \beta_i)) \cdot (PX_i / PM_i)^{\sigma_{Qi}} \cdot D_i$$

$$(43) E_i = \overline{E}_i^{\sigma_i} \cdot (\Pi_i / PE\$_i)^{\eta_i}$$

$$(44) X_i^D = D_i + E_i$$

Equilibrium conditions:

$$(45) X_i^D = X_i^S \quad \text{and} \quad PX_i = PX_i^e \quad \text{where} \quad PX^e = \text{equilibrium price}$$

$$(46) \Sigma PM\$_i \cdot M_i - \Sigma PE\$_i \cdot E_i - F\$ = 0 \quad \text{and} \quad ER = ER^e$$

where $ER^e = \text{equilibrium exchange rate}$

$$\text{or} \quad F\$ = \Sigma PM\$_i \cdot M_i - \Sigma PE\$_i \cdot E_i \quad \text{and} \quad ER = \overline{ER} \quad (\text{exogenous})$$

GDP identity:

$$(47) E = \Sigma E_i$$

$$(48) PE = \Sigma PX_i \cdot E_i / E$$

$$(49) M = \Sigma M_i$$

$$(50) PM = \Sigma PM_i \cdot M_i / M$$

$$\begin{aligned}
(51) \text{ GDP}^n &= Y_L + Y_K + Y_G \\
&= \Sigma (PX_i - \Sigma P_j \cdot \bar{a}_{ji}) \cdot X_i^S \\
&= PC \cdot C + PG \cdot G + PI \cdot I + PE \cdot E - PM \cdot M
\end{aligned}$$

$$(52) \text{ GDP} = C + G + I + E - M$$

$$(53) \text{ PGDP} = \text{GDP}^n / \text{GDP}$$

$$(54) \text{ GDP}_i^n = (PX_i - \Sigma P_j \cdot \bar{a}_{ji}) \cdot X_i^S$$

$$(55) \text{ GDP}_i = (1 - \Sigma \bar{a}_{ji}) \cdot X_i^S$$

$$(56) \text{ PGDP}_i = \text{GDP}_i^n / \text{GDP}_i$$

Walras' Law:

$$\begin{aligned}
(57) \quad W \cdot (L^D - \bar{L}^S) + R \cdot (\Sigma K_i - \bar{K}^S) + \Sigma PX_i \cdot (X_i^D - X_i^S) \\
+ (S + F - I^n) + ER \cdot (\Sigma \overline{PM}_i \cdot M_i - \Sigma PE_i \cdot E_i - F\$) \equiv 0
\end{aligned}$$

Intertemporal change for time t ($t = 1(1995), \dots, 16(2010)$)

$$(58) K_{t+1}^S = K_t^S + I_t - \delta \cdot K_t^S$$

$$\begin{aligned}
(59) \quad (K_i/K^S)_{t+1} &= (K_i/K^S)_t \cdot [1 + \mu \cdot (R_{i,t} - R_t)/R_t] \quad (\text{例: } \mu=0.1) \\
\text{or } (K_i/K^S)_{t+1} &= \theta_i \text{ (policy variable, exogenous constant)}
\end{aligned}$$

Intertemporal technological innovation for time t to reduce GHGs emission:

$$(60) \quad \bar{a}_{4I,t+1} = \bar{a}_{4I,t} \cdot (1 - \overline{RR}_{X4,t} \cdot \text{IRCO}_{2,t} / \text{CO}_{2I,t})$$

$$\text{or } \bar{a}_{4I,t+1} = \bar{a}_{4I,t} \cdot (1 - \overline{RR}_{X4,t} \cdot \text{IRS}_{02,t} / \text{SO}_{2I,t})$$

$$(61) \quad \bar{R}_{\text{CO}_{2I},t+1} = \bar{R}_{\text{CO}_{2I},t} \cdot (1 - \overline{RR}_{\text{CO}_{2,t}} \cdot \text{IRCO}_{2,t} / \text{CO}_{2I,t})$$

$$\text{or } \bar{R}_{\text{SO}_{2I},t+1} = \bar{R}_{\text{SO}_{2I},t} \cdot (1 - \overline{RR}_{\text{SO}_{2,t}} \cdot \text{IRS}_{02,t} / \text{SO}_{2I,t})$$

N.B. Walras' Law can be extended to include money as follows** :

$$\begin{aligned}
(57') \quad W \cdot (L^D - \bar{L}^S) + R \cdot (\Sigma K_i - \bar{K}^S) + \Sigma PX_i \cdot (X_i^D - X_i^S) \\
+ (M^d - M^S) + ER \cdot (\Sigma \overline{PM}_i \cdot M_i - \Sigma PE_i \cdot E_i - F\$) \equiv 0
\end{aligned}$$

$$\text{where } S + F - I^n = \Delta M^d - \Delta M^S = M^d - M^S$$

$$\Delta M^d = M^d - M^d_{-1}, \quad \Delta M^S = M^S - M^S_{-1}, \quad M^d_{-1} \equiv M^S_{-1}$$

$$M^d / \text{PGDP} = \bar{M}_0 \cdot \text{GDP}^\nu \quad \text{and} \quad M^S = \bar{M}^S$$

※ Equations with environmental variables.

* The model divides the whole economy into two major sectors: government and non-government, due to the insufficiency of sector-wise data in the current SNA of China. Similarly, government tax revenue levied on capital income is estimated in the model by the difference between government actual revenue and government tax revenue of the IO table.

** This formulation assumes that the balance between demand and supply for non-money financial assets such as loans, net foreign assets, etc. holds automatically by quantity adjustment, so that the balance equations for these assets are not equilibrium conditions but identities.

Table 2. Environmental CGE Model of China: Notation of the System

Notes: (1) Super-bar means exogenous variable.
 (2) Suffix "i" means industry i.

< Variables >

Price Variables:

PX_i = output price
 PM_i = import price
 $PM^{\$}$ = import price in US dollars
 $PE^{\$}_i$ = export price in US dollars
 P_i = price of composite goods
 $P\bar{N}_i$ = price of net output (value added)
 W_i = wage rate
 W = overall average wage rate
 R_i = rental rate of capital
 R = overall average rental rate of capital
 ER = exchange rate per US dollar
 PC = deflator for private consumption expenditure
 PG = deflator of government consumption expenditure
 PI = deflator of gross capital formation
 PE = deflator of exports
 PM = deflator of imports
 $PGDP$ = deflator of GDP

Quantity Variables:

X^S_i = supply of gross output
 X^D_i = demand for gross output
 L_i = demand for labor (in original unit)
 K_i = existing capital or demand for capital
 C_{PAi} = Peasant consumption demand for gross output
 C_{PAi} = Non peasant consumption demand for gross output
 G_i = government consumption demand for gross output
 I_i = investment demand for gross output
 Q_i = quantity of composite goods
 D_i = domestic demand for gross output
 M_i = import demand
 E_i = export demand by foreign countries
 L^S = total supply of labor (in original unit)
 L^D = total demand for labor (in original unit)
 K^S = total supply of physical capital
 K^D = total demand for physical capital
 C = real private consumption expenditure
 G = real government consumption expenditure
 I = real gross capital formation
 E = real exports
 M = real imports
 GDP = real GDP

Rate Variables:

d_i = domestic demand ratio of composite goods

Value Variables:

Y_P = non government income
 Y_{PA} = peasant income
 Y_{PN} = non peasant income
 Y_G = government income
 S = gross national saving
 I^n = nominal gross capital formation
 GDP^n = nominal GDP
 F = net capital inflow (deficit in the current balance of payment)
 $F^{\$}$ = net capital inflow in US dollars
 M^d = demand for money (M1 or M2)
 M^s = supply of money (M1 or M2)

< Parameters >

Functional Parameters:

A_i = scale factor of Constant Elasticity of Substitution production function
 α_i = labor share of Constant Elasticity of Substitution production function
 ρ_{Xi} = factor elasticity of substitution of Constant Elasticity of Substitution production function
 $\sigma_{Xi} = 1/1-\rho_{Xi}$
 a_{ij} = intermediate input coefficient of good j in industry i
 B_i = scale factor of Constant Elasticity of Substitution composite goods function
 β_i = import share of Constant Elasticity of Substitution composite goods function
 ρ_{Qi} = factor elasticity of substitution of Constant Elasticity of Substitution composite goods function
 $\sigma_{Qi} = 1/1-\rho_{Qi}$
 E^o_i = scale factor of export demand function
 η_i = price elasticity of export demand function
 γ_{Ci} = share parameter of Cobb-Douglas utility function
 M_o = scale factor of real demand for money
 ν = elasticity of real demand for money with respect to GDP

Shares and Ratios:

b_{Gi} = quantity ratio to real government consumption
 b_{Ii} = quantity ratio to real investment
 s_L = saving rate of non government income
 s_{PA} = saving rate of peasant income
 s_{PN} = saving rate of non peasant income
 s_G = saving rate of government

Tax Parameters:

td_i = indirect (net of subsidy) tax rate in production
 t_L = rate of tax on individual income
 t_K = rate of tax on corporate income and profits

< Environmental Variables >

Quantity Variables:

CO_{2I} = CO_2 emission of all industries (100million tons of CO_2)
 CO_{2H} = CO_2 emission of households sector (100million tons of CO_2)
 CO_{2T} = total CO_2 emission (100million tons of CO_2)
 $IRCO_2$ = real environmental investment to reduce CO_2 emission
 SO_{2I} = SO_2 emission of all industries (100million tons of SO_2)
 SO_{2H} = SO_2 emission of households sector (100million tons of SO_2)
 SO_{2T} = total SO_2 emission (100million tons of SO_2)
 $IRSO_2$ = real environmental investment to reduce SO_2 emission

Value Variables:

$INCO_2$ = nominal environmental investment to reduce CO_2 emission
 $INSO_2$ = nominal environmental investment to reduce SO_2 emission

< Parameters >

Functional Parameters:

a_{4I} = average input coefficient of energy for all industries
 R_{CO_2i} = CO_2 emission coefficient of energy input in industry i
 R_{SO_2i} = SO_2 emission coefficient of energy input in industry i
 RR_{X4} = technological innovation for intermediate input coefficient of energy
 RR_{CO_2} = technological innovation for CO_2 emission coefficient of energy
 RR_{SO_2} = technological innovation for SO_2 emission coefficient of energy

Tax Parameters:

P_{CO_2} = tax rate of CO_2 emission (yuan/t)
 P_{SO_2} = tax rate of SO_2 emission (yuan/t)

=====

Table 3. Targets of the Ninth Five-Year Plan and Achievements of the Eighth Five-Year Plan

at 1995 prices	units	8-5 plan period (1991-1995)		9-5 plan period (1996-2000)		2010	
		Targets		Actual	Targets		Targets
		Annual growth	value or quantity	Value or rate	Annual growth	Quantity	Quantity
GDP	100m yuans	6%	42,085	58,261	8 ~ 9%	93,664	
Primary industry	%			4.1%	3.5%	(Share in '95) 16%	
Secondary industry	%			17.3%		(Share in '95) 49%	
Tertiary industry	%	9%		9.5%		(Share in '95) 35%	
Agricultural production	100m yuans	3.5%		20,340			
Industrial Production	100m yuans	6.5%		91,894	6.8%		
Village & Township Enterp.	100m yuans		14000	42,589(1)			
GNP	100m yuans				about 8%	85,000	Twice of 2000
Per Capita GDP	yuans			3,679	1,840		
Food production							49,000 ~ 50,000
	10000 tons					46,640	
Total investment	100m yuans	5.7%	26,000	19,445	10%	130,000	
Fixed asset investment/GDP	%					about 30%	
State-owned units	100m yuans	5.5%				88,000	
(accumulation)	100m yuans			43,000			
Capital construction	100m yuans	2.1%	8,400	7,365			
(accumulation)	100m yuans			23,000			
Innovation	%	9.8%					
(accumulation)	100m yuans			11,000			
Capital coefficient				3.6		3.0	
Labor productivity	%				6.5%		
Consumer Price Index (1985=100)				258.6(2)	Less than GDP growth		
Budget revenue	100m yuans	6.1%	4,124				
Budget expenditure	100m yuans	5.7%	4,230				
Money supply							
M1	%					about 18%	
M2	%					about 23%	
External trade	100m US\$		1,154		7.3%	4,000	
Exports	100m US\$				6.1%	2,000	
Imports	100m US\$				8.7%	2,000	
Average tariff rate	%			23%(3)		15%	
Total population	100m pers.		12.77	12.11	10.83‰	< 1.3 billion	< 1.4 billion
F. D. I. (accumulation)	100m US\$			about 1600			

Notes: (1) Numerical value for 1994.

(2) Numerical value for 1994.

(3) Numerical value for 1996.

Source: Kinjo and Ezaki [1997], Table a, p.185.

Table 4. Standard Scenario (BAU: Business As Usual, Fixed Exchange Rate)

Walras' Law									
		Notation		1995	1996	1997	1998	1999	2000
	NIT	Number of iterations		654	1411	1231	1031	915	768
	EPS	Convergence criterion		1E-16	1E-16	1E-16	1E-16	1E-16	1E-16
1	W*L	Excess demand, labor services (100m¥)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	R*K	Excess demand, capital services (100m¥)		-3.40	-3.20	-3.00	-2.90	-2.80	-2.70
3	PX1*X1	Excess demand, agri. products (100m¥)		0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.30
4	PX2*X2	Excess demand, mining products (100m¥)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	PX3*X3	Excess demand, light manuf. prod. (100m¥)		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20
6	PX4*X4	Excess demand, energy products (100m¥)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	PX5*X5	Excess demand, heavy manuf. prod. (100m¥)		0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10
8	PX6*X6	Excess demand, construction prod. (100m¥)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	PX7*X7	Excess demand, services (100m¥)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10
10	S+F-IN	IS balance (excess demand, money) (100m¥)		2.70	3.40	4.20	4.90	5.70	6.50
11	RF*\$	Excess demand, US\$ (foreign ex.) (100m¥)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Total	Sum of excess demand in value (100m ¥)		-0.40	0.50	1.40	2.40	3.40	4.60
Changes in economic variables									
	Variable	Notation	Growth rate	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	XS1	AGR. prod., real, 100m¥ ('95p)	5.0%	20338.4	21468.3	22597.7	23723.5	24840.0	25940.5
2	XS2	MIN. prod.	13.3%	5456.7	6283.3	7166.0	8106.5	9106.7	10168.5
3	XS3	L. M. prod.	9.7%	30304.0	33732.9	37224.3	40796.6	44456.8	48204.9
4	XS4	ENE. prod.	14.0%	5580.7	6480.4	7443.2	8470.4	9564.1	10726.0
5	XS5	H. M. prod.	13.0%	50542.8	58023.6	66000.0	74502.8	83562.3	93208.9
6	XS6	CON. prod.	8.1%	13404.2	14501.8	15685.4	16962.0	18338.8	19823.9
7	XS7	SER. prod.	12.5%	30915.0	35407.2	40115.9	45052.2	50231.9	55670.5
8	LD1	AGR. labor, 10000 persons	-5.0%	33013.0	31415.6	29880.0	28396.8	26957.4	25555.9
9	LD2	MIN. labor	3.7%	1631.8	1709.3	1779.9	1843.9	1901.8	1954.2
10	LD3	L. M. labor	3.6%	4702.3	4889.1	5070.1	5250.5	5431.0	5610.3
11	LD4	ENE. labor	0.9%	459.7	469.0	475.2	478.8	480.5	480.7
12	LD5	H. M. labor	4.6%	5006.3	5281.4	5541.9	5789.9	6027.1	6254.8
13	LD6	CON. labor	4.4%	2512.7	2593.3	2695.7	2817.8	2958.7	3117.8
14	LD7	SER. labor	8.5%	15062.2	16654.2	18199.3	19700.6	21164.7	22596.8
15	KD1	AGR. capital	14.2%	5064.0	5878.2	6757.5	7707.2	8732.9	9840.6
16	KD2	MIN. capital	14.2%	11615.0	13479.8	15493.8	17668.9	20018.0	22555.0
17	KD3	L. M. capital	14.2%	26718.0	31008.7	35642.7	40647.3	46052.4	51889.8
18	KD4	ENE. capita	14.2%	14624.0	16971.1	19506.0	22243.7	25200.3	28393.6
19	KD5	H. M. capital	14.2%	38722.0	44939.6	51654.5	58906.7	66739.1	75198.0
20	KD6	Con. capital	14.2%	3629.0	4211.6	4840.8	5520.3	6254.3	7046.9
21	KD7	SER. capital	14.2%	48326.0	56086.0	64466.9	73518.1	83293.5	93851.0
22	LS	Labor supply, 10000 persons	1.0%	62388.0	63011.9	63642.0	64278.4	64921.2	65570.4
23	KS	Real capital stocks, 100m¥	14.2%	148719.0	172596.0	198383.2	226233.3	256311.4	288795.8
24	CR	PrivCons, real, 100m¥ ('95p)	13.7%	28350.9	33034.9	37927.3	43030.2	48359.7	53933.7
25	GR	GovrCons	11.9%	6691.2	7599.0	8557.4	9568.4	10634.9	11759.6
26	IR	Investment	8.0%	23877.0	25787.2	27850.1	30078.1	32484.4	35083.1
27	ER	Exports	11.9%	11568.9	12899.5	14413.5	16133.1	18075.9	20260.9
28	MR	Imports	16.6%	11038.0	12788.2	14898.0	17401.3	20350.1	23808.6
29	YR	GDP	10.3%	59450.0	66532.5	73850.3	81408.5	89204.8	97228.8
30	YR1	AGR. GDP, real, 100m¥ ('95p)	5.0%	12158.3	12833.8	13508.9	14181.9	14849.4	15507.2
31	YR2	MIN. GDP	13.3%	2739.8	3154.8	3598.0	4070.3	4572.5	5105.6
32	YR3	L. M. GDP	9.7%	7918.4	8814.4	9726.7	10660.2	11616.6	12595.9
33	YR4	ENE. GDP	14.0%	2109.0	2448.9	2812.8	3201.0	3614.3	4053.3
34	YR5	H. M. GDP	13.0%	13585.9	15596.7	17740.8	20026.3	22461.5	25054.6
35	YR6	CON. GDP	8.1%	3893.9	4212.8	4556.6	4927.5	5327.4	5758.8
36	YR7	SER. GDP	12.5%	17043.5	19520.0	22115.9	24837.3	27692.9	30691.1
37	PX1	AGR. price, 1995=1.0	16.2%	1.001	1.239	1.468	1.689	1.905	2.121
38	PX2	MIN. price	-2.7%	1.000	0.963	0.934	0.909	0.889	0.872
39	PX3	L. M. price	5.4%	1.000	1.061	1.121	1.181	1.241	1.301
40	PX4	ENE. price	-4.0%	1.001	0.947	0.904	0.868	0.839	0.816
41	PX5	H. M. price	-1.1%	1.000	0.982	0.968	0.958	0.952	0.947
42	PX6	CON. price	0.3%	1.000	0.995	0.995	0.998	1.005	1.015
43	PX7	SER. price	1.5%	1.000	1.015	1.030	1.045	1.060	1.077
44	PL1	AGR. wage, 10000¥ (imputed)	34.1%	0.309	0.460	0.634	0.836	1.069	1.340
45	PL2	MIN. wage, 10000¥	6.0%	0.655	0.694	0.736	0.780	0.827	0.876
46	PL3	L. M. wage	6.0%	0.420	0.446	0.472	0.501	0.531	0.563
47	PL4	ENE. wage	6.0%	0.752	0.797	0.845	0.896	0.950	1.007
48	PL5	H. M. wage	6.0%	0.919	0.974	1.032	1.094	1.160	1.230
49	PL6	CON. wage	6.0%	0.830	0.880	0.933	0.989	1.048	1.111
50	PL7	SER. wage	6.0%	0.506	0.536	0.569	0.603	0.639	0.677

(Table 4 continued)

(Table 4 concluded)

51	PK1	AGR. rent, 10000¥ (imputed)	6.5%	0.321	0.372	0.405	0.425	0.436	0.440
52	PK2	MIN. rent, 10000¥	-9.8%	0.112	0.100	0.090	0.081	0.074	0.067
53	PK3	L. M. rent	-9.9%	0.126	0.111	0.099	0.089	0.081	0.075
54	PK4	ENE. rent	-13.8%	0.085	0.073	0.063	0.054	0.047	0.041
55	PK5	H. M. rent	-8.5%	0.167	0.151	0.137	0.126	0.116	0.107
56	PK6	CON. rent	-5.2%	0.392	0.359	0.335	0.319	0.307	0.300
57	PK7	SER. rent	-0.6%	0.173	0.172	0.171	0.170	0.169	0.167
58	PL	Av. wage, all indus., 10000¥	17.6%	0.447	0.548	0.654	0.766	0.883	1.007
59	PK	Av. Rent, all indus., 10000¥	-4.5%	0.160	0.152	0.144	0.138	0.132	0.127
60	RE	Exchange rate (¥/\$), 1995=1.0	0.0%	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
61	PC	PrivCons deflator, 1995=1.0	4.9%	1.001	1.075	1.135	1.185	1.229	1.269
62	PG	GovrCons deflator	1.5%	1.000	1.015	1.030	1.045	1.060	1.077
63	PI	Investment deflator	1.6%	1.000	1.012	1.026	1.043	1.062	1.083
64	PE	Exports deflator	1.9%	1.000	1.023	1.043	1.063	1.082	1.101
65	PM	Imports deflator	0.0%	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
66	PY	GDP deflator	3.9%	1.000	1.048	1.091	1.131	1.171	1.209
67	YN	GDP, nominal, 100m¥	14.6%	59478.2	69700.8	80564.3	92111.1	104417.3	117564.4
68	S	GNS, nominal, 100m¥	8.4%	24420.9	26494.7	28720.5	31117.3	33700.2	36483.3
69	F	Deficit of current BOP, 100m¥	0.0%	-534.2	-402.7	-140.7	251.7	790.9	1500.8
70	F\$	Deficit of current BOP, 100m\$	0.0%	-534.2	-402.7	-140.7	251.7	790.9	1500.8
71	IN	Investment, nominal, 100m¥	9.7%	23884.1	26088.6	28575.7	31364.1	34485.3	37977.7
72	M2D	Money demand, 100m¥	14.6%	60755.9	71198.0	82294.9	94089.7	106660.2	120089.8
73	M2S	Money supply, 100m¥	14.6%	60753.2	71194.6	82290.7	94084.8	106654.5	120083.3
74	LSN	Labor supply, non-AGR., 10000p.	6.4%	29375.0	31596.3	33762.0	35881.6	37963.8	40014.5
75	RLN	Av. wage, non-AGR., 10000¥	5.7%	0.603	0.636	0.672	0.710	0.751	0.795
76	SVAR1	Share of real GDP, AGR.	-5.1%	0.205	0.193	0.182	0.173	0.165	0.157
77	SVAR2	Share of real GDP, MIN.	2.3%	0.046	0.047	0.049	0.050	0.051	0.052
78	SVAR3	Share of real GDP, L. M.	-0.9%	0.133	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128
79	SVAR4	Share of real GDP, ENE.	3.0%	0.035	0.037	0.038	0.039	0.040	0.041
80	SVAR5	Share of real GDP, H. M.	2.1%	0.229	0.234	0.240	0.245	0.249	0.254
81	SVAR6	Share of real GDP, CON.	-2.3%	0.066	0.063	0.062	0.060	0.059	0.058
82	SVAR7	Share of real GDP, SER.	1.6%	0.287	0.293	0.299	0.303	0.307	0.311

Changes in environmental variables

	Variable	Notation	Growth rate	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	CO2I	CO2 emission, all indus., 100m t	12.9%	26.3	30.2	34.3	38.7	43.3	48.2
2	CO2H	CO2 emission, households, 100m t	13.7%	4.3	5.0	5.7	6.5	7.3	8.1
3	CO2T	CO2 emission, total, 100m ton	13.0%	30.5	35.1	40.0	45.1	50.6	56.3
4	PCO2	Carbon tax (¥/CO2 t)	0.0%	0	0	0	0	0	0
5	RRCO	Reduction rate (CO2t/'95¥)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	S02I	S02 emission, all indus., 100m t	13.1%	0.209	0.241	0.274	0.310	0.347	0.387
7	S02H	S02 emission, households, 100m t	13.7%	0.034	0.040	0.046	0.052	0.058	0.065
8	S02T	S02 emission, total, 100m ton	13.2%	0.243	0.280	0.320	0.361	0.405	0.452
9	PS02	Sulfur tax (¥/S02 t)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	RRSO	Reduction rate (S02t/'95¥)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	a4i	Energy input coeffi., all indus.	1.1%	0.032	0.032	0.032	0.033	0.033	0.033
12	RRX4	Energy saving rate ('95¥/'95¥)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Table 5. Parameters of Standard Scenario

Parameters of CES production function								
	1 AGR	2 MIN	3 L. M.	4 ENE	5 H. M.	6 CON	7 SER	
ESX(σ)	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	
LOX(ρ)	-0.25	-0.667	-0.667	-0.667	-0.667	-0.25	-0.25	
ZXL(β)	0.909	0.182	0.156	0.027	0.154	0.572	0.406	
ZXK($1-\beta$)	0.091	0.818	0.844	0.973	0.846	0.428	0.594	
ZX0(B)	0.761	0.855	1.762	0.529	2.276	4.577	1.07	
Parameters of CES composite goods function								
	1 AGR	2 MIN	3 L. M.	4 ENE	5 H. M.	6 CON	7 SER	
ESQ(σ)	2.2	2.8	3	2	3	1.9	1.9	
LOQ(ρ)	0.545	0.643	0.667	0.5	0.667	0.474	0.474	
ZQM(α)	0.155	0.322	0.309	0.11	0.356	0.012	0	
ZQD($1-\alpha$)	0.845	0.678	0.691	0.89	0.644	0.988	1	
ZQ0(A)	1.336	1.715	1.668	1.243	1.789	1.025	1	
Assumed growth rates G(...) and increments D(...)								
	G(LS)	G(RL)	G(F\$)	D(sP)	D(sG)	D(cP)	G(IR)	
	0.01	0.06	0	0	0	0.01	0.08	
	1 AGR	2 MIN	3 L. M.	4 ENE	5 H. M.	6 CON	7 SER	
G(X0)	0.08	0.04	0	0.03	0.03	0	0.01	
G(AA)	0	0	0	0	0	0	0	
G(E0)	0.05	0.02	0.18	0.02	0.15	0	0	
Capital stocks by industry								
	1 AGR	2 MIN	3 L. M.	4 ENE	5 H. M.	6 CON	7 SER	TOTAL
	5064	11615	26718	14624	38722	3629	48326	148719

Table 6. Alternative Scenario (Carbon Tax: PCO2=140, Energy Saving Rate: RRR4=0.1)

Walras' Law									
		Notation	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
	NIT	Number of iterations	654	1509	1237	1067	929	746	
	EPS	Convergence criterion							
1	W*L	Excess demand, labor services (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	R*K	Excess demand, capital services (100m¥)	-3.40	-3.00	-2.90	-2.80	-2.70	-2.60	
3	PX1*X1	Excess demand, agri. products (100m¥)	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.40	
4	PX2*X2	Excess demand, mining products (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	PX3*X3	Excess demand, light manuf. prod. (100m¥)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	
6	PX4*X4	Excess demand, energy products (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	PX5*X5	Excess demand, heavy manuf. prod. (100m¥)	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	
8	PX6*X6	Excess demand, construction prod. (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
9	PX7*X7	Excess demand, services (100m¥)	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	
10	S+F-IN	IS balance (excess demand, money) (100m¥)	2.70	3.10	3.90	4.80	5.70	6.40	
11	RE*\$	Excess demand, US\$ (foreign ex.) (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Total	Sum of excess demand in value (100m ¥)	-0.40	0.40	1.50	2.40	3.40	4.70	
Changes in economic variables									
	Variable	Notation	Growth rate	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	XS1	AGR. prod., real, 100m¥ ('95p)	5.1%	20338.4	21680.7	22756.8	23867.2	24987.1	26100.1
2	XS2	MIN. prod.	11.9%	5456.7	6104.9	6916.2	7759.4	8641.2	9566.3
3	XS3	L. M. prod.	9.5%	30304.0	33231.9	36649.5	40201.2	43876.6	47664.6
4	XS4	ENE. prod.	8.0%	5580.7	6120.1	6647.0	7159.7	7669.7	8184.9
5	XS5	H. M. prod.	13.0%	50542.8	56990.3	65163.3	73846.9	83095.3	92953.8
6	XS6	CON. prod.	10.5%	13404.2	16603.3	17836.0	19148.1	20549.1	22048.8
7	XS7	SER. prod.	12.4%	30915.0	34969.2	39845.0	44859.3	50071.7	55518.1
8	LD1	AGR. labor, 10000 persons	-4.9%	33013.0	31773.9	30120.9	28592.6	27138.1	25733.2
9	LD2	MIN. labor	1.4%	1631.8	1608.3	1655.6	1691.6	1720.7	1745.4
10	LD3	L. M. labor	3.1%	4702.3	4705.6	4880.1	5071.1	5270.3	5471.9
11	LD4	ENE. labor	-13.5%	459.7	371.9	314.7	274.2	244.9	223.1
12	LD5	H. M. labor	4.4%	5006.3	5067.7	5386.6	5680.3	5956.6	6219.9
13	LD6	CON. labor	8.1%	2512.7	3255.7	3337.8	3440.8	3563.5	3705.3
14	LD7	SER. labor	8.3%	15062.2	16228.8	17946.2	19527.8	21027.2	22471.7
15	KD1	AGR. capital	14.2%	5064.0	5878.2	6757.5	7707.2	8732.9	9840.6
16	KD2	MIN. capital	14.2%	11615.0	13479.8	15493.8	17668.9	20018.0	22555.0
17	KD3	L. M. capital	14.2%	26718.0	31008.7	35642.7	40647.3	46052.4	51889.8
18	KD4	ENE. capita	14.2%	14624.0	16971.1	19506.0	22243.7	25200.3	28393.6
19	KD5	H. M. capital	14.2%	38722.0	44939.6	51654.5	58906.7	66739.1	75198.0
20	KD6	Con. capital	14.2%	3629.0	4211.6	4840.8	5520.3	6254.3	7046.9
21	KD7	SER. capital	14.2%	48326.0	56086.0	64466.9	73518.1	83293.5	93851.0
22	LS	Labor supply, 10000 persons	1.0%	62388.0	63011.9	63642.0	64278.4	64921.2	65570.4
23	KS	Real capital stocks, 100m¥	14.2%	148719.0	172596.0	198383.2	226233.3	256311.4	288795.8
24	CR	PrivCons, real, 100m¥ ('95p)	13.4%	28350.9	30781.9	36227.6	41712.7	47350.9	53204.0
25	GR	GovrCons	11.9%	6691.2	7634.8	8590.0	9593.0	10649.3	11763.0
26	IR	Investment	8.0%	23877.0	25787.2	27850.1	30078.1	32484.4	35083.1
27	ER	Exports	11.0%	11568.9	12385.6	13736.9	15382.5	17301.4	19496.7
28	MR	Imports	18.0%	11038.0	14054.7	16276.2	18819.7	21767.5	25200.5
29	YR	GDP	9.7%	59450.0	62534.7	70128.4	77946.7	86018.5	94346.3
30	YR1	AGR. GDP, real, 100m¥ ('95p)	5.2%	12158.3	12960.7	13622.1	14304.0	14991.6	15674.9
31	YR2	MIN. GDP	12.6%	2739.8	3065.3	3503.9	3962.9	4445.4	4953.8
32	YR3	L. M. GDP	9.8%	7918.4	8683.5	9611.6	10577.9	11579.5	12613.4
33	YR4	ENE. GDP	8.8%	2109.0	2312.8	2540.1	2763.7	2987.4	3214.2
34	YR5	H. M. GDP	13.8%	13585.9	15319.0	17702.7	20253.8	22986.8	25914.1
35	YR6	CON. GDP	10.7%	3893.9	4823.3	5197.7	5595.9	6020.8	6475.4
36	YR7	SER. GDP	12.8%	17043.5	19278.5	22086.9	24989.4	28017.7	31191.2
37	PX1	AGR. price, 1995=1.0	16.4%	1.001	1.140	1.426	1.678	1.913	2.140
38	PX2	MIN. price	-2.8%	1.000	1.006	0.961	0.924	0.893	0.868
39	PX3	L. M. price	5.7%	1.000	1.053	1.127	1.193	1.256	1.317
40	PX4	ENE. price	-1.1%	1.001	1.222	1.118	1.045	0.990	0.947
41	PX5	H. M. price	-0.5%	1.000	1.038	1.017	1.000	0.986	0.976

(Table 6 continued)

Table 6 concluded)

42	PX6	CON. price	1.1%	1.000	1.062	1.054	1.050	1.050	1.054
43	PX7	SER. price	1.6%	1.000	1.038	1.050	1.061	1.072	1.084
44	PL1	AGR. wage, 10000¥ (imputed)	34.2%	0.309	0.403	0.603	0.821	1.067	1.348
45	PL2	MIN. wage, 10000¥	6.0%	0.655	0.694	0.736	0.780	0.827	0.876
46	PL3	L. M. wage	6.0%	0.420	0.446	0.472	0.501	0.531	0.563
47	PL4	ENE. wage	6.0%	0.752	0.797	0.845	0.896	0.950	1.007
48	PL5	H. M. wage	6.0%	0.919	0.974	1.032	1.094	1.160	1.230
49	PL6	CON. wage	6.0%	0.830	0.880	0.933	0.989	1.048	1.111
50	PL7	SER. wage	6.0%	0.506	0.536	0.569	0.603	0.639	0.677
51	PK1	AGR. rent, 10000¥ (imputed)	6.8%	0.321	0.331	0.389	0.421	0.439	0.447
52	PK2	MIN. rent, 10000¥	-13.1%	0.112	0.090	0.080	0.070	0.062	0.056
53	PK3	L. M. rent	-10.6%	0.126	0.104	0.093	0.084	0.077	0.072
54	PK4	ENE. rent	-33.2%	0.085	0.049	0.031	0.021	0.015	0.011
55	PK5	H. M. rent	-8.7%	0.167	0.141	0.131	0.122	0.113	0.106
56	PK6	CON. rent	-1.0%	0.392	0.477	0.438	0.409	0.388	0.372
57	PK7	SER. rent	-0.8%	0.173	0.167	0.168	0.168	0.168	0.166
58	PL	Av. wage, all indus., 10000¥	0.0%	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
59	PK	Av. Rent, all indus., 10000¥	17.8%	0.447	0.521	0.642	0.762	0.885	1.014
60	RE	Exchange rate (¥/\$), 1995=1.0	-4.9%	0.160	0.144	0.139	0.134	0.129	0.124
61	PC	PrivCons deflator, 1995=1.0	5.2%	1.001	1.069	1.149	1.206	1.252	1.291
62	PG	GovrCons deflator	1.6%	1.000	1.038	1.050	1.061	1.072	1.084
63	PI	Investment deflator	2.2%	1.000	1.057	1.069	1.082	1.097	1.114
64	PE	Exports deflator	2.4%	1.000	1.046	1.073	1.093	1.110	1.126
65	PM	Imports deflator	0.0%	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
66	PY	GDP deflator	4.4%	1.000	1.071	1.125	1.168	1.207	1.243
67	YN	GDP, nominal, 100m¥	14.5%	59478.2	66983.4	78885.8	91058.9	103789.6	117258.9
68	S	GNS, nominal, 100m¥	8.0%	24420.9	26152.9	28251.7	30562.9	33088.1	35832.9
69	F	Deficit of current BOP, 100m¥	0.0%	-534.2	1098.7	1535.7	2001.5	2554.4	3240.1
70	F\$	Deficit of current BOP, 100m\$	0.0%	-534.2	1098.7	1535.7	2001.5	2554.4	3240.1
71	IN	Investment, nominal, 100m¥	10.3%	23884.1	27248.5	29783.5	32559.5	35636.7	39066.5
72	M2D	Money demand, 100m¥	14.5%	60755.9	68422.2	80580.3	93014.9	106019.1	119777.7
73	M2S	Money supply, 100m¥	14.5%	60753.2	68419.1	80576.4	93010.1	106013.4	119771.3
74	LSN	labor supply, non-AGR., 10000p.	6.3%	29375.0	31238.0	33521.1	35685.8	37783.1	39837.2
75	RLN	Av. wage, non-AGR., 10000¥	5.8%	0.603	0.641	0.676	0.714	0.755	0.799
76	SVAR1	Share of real GDP, AGR.	-5.2%	0.205	0.195	0.183	0.173	0.165	0.157
77	SVAR2	Share of real GDP, MIN.	1.4%	0.046	0.046	0.047	0.048	0.049	0.050
78	SVAR3	Share of real GDP, L. M.	-1.1%	0.133	0.131	0.129	0.128	0.127	0.126
79	SVAR4	Share of real GDP, ENE.	-2.0%	0.035	0.035	0.034	0.034	0.033	0.032
80	SVAR5	Share of real GDP, H. M.	2.5%	0.229	0.231	0.238	0.246	0.253	0.259
81	SVAR6	Share of real GDP, CON.	-0.2%	0.066	0.073	0.070	0.068	0.066	0.065
82	SVAR7	Share of real GDP, SER.	1.7%	0.287	0.290	0.297	0.303	0.308	0.312

Changes in environmental variables

	Variable	Notation	Growth rate	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	CO2I	O2 emission, all indus., 100m t	4.4%	26.3	29.2	30.2	31.1	31.9	32.6
2	CO2H	O2 emission, households, 100m t	13.4%	4.3	4.6	5.4	6.3	7.1	8.0
3	CO2T	CO2 emission, total, 100m ton	5.8%	30.5	33.8	35.7	37.4	39.0	40.6
4	PCO2	Carbon tax (¥/CO2 t)	0.0%	0	140	140	140	140	140
5	RRCO	Reduction rate (CO2t/'95¥)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	SO2I	O2 emission, all indus., 100m t	4.1%	0.209	0.232	0.239	0.246	0.251	0.256
7	SO2H	O2 emission, households, 100m t	13.4%	0.034	0.037	0.043	0.050	0.057	0.064
8	SO2T	SO2 emission, total, 100m ton	5.6%	0.243	0.269	0.283	0.296	0.308	0.319
9	PSO2	Sulfur tax (¥/SO2 t)	0.0%	0	0	0	0	0	0
10	RRSO	Reduction rate (SO2t/'95¥)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	a4i	nergy input coeffi., all indus.	-4.7%	0.032	0.032	0.030	0.028	0.026	0.025
12	RRX4	Energy saving rate ('95¥/'95¥)	0.0%	0.000	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100

Table 7. Alternative Scenario (Sulfur Tax: PS02=14000, Energy Saving Rate: RRX4=0.1)

Walras' Law									
	Variable	Notation	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
	NIT	Number of iteration	654	1488	1253	1051	937	748	
	EPS	Convergence criterion							
1	W*L	Excess demand, labor services (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	R*K	Excess demand, capital services (100m¥)	-3.40	-3.10	-2.90	-2.80	-2.70	-2.60	
3	PX1*X1	Excess demand, agri. products (100m¥)	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.40	
4	PX2*X2	Excess demand, mining products (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	PX3*X3	Excess demand, light manuf. prod. (100m¥)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	
6	PX4*X4	Excess demand, energy products (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	PX5*X5	Excess demand, heavy manuf. prod. (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	
8	PX6*X6	Excess demand, construction prod. (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
9	PX7*X7	Excess demand, services (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	
10	S+F-IN	IS balance (excess demand, money) (100m¥)	2.70	3.20	4.00	4.90	5.80	6.40	
11	RE*\$	Excess demand, US\$ (foreign ex.) (100m¥)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Total	Sum of excess demand in value (100m ¥)	-0.40	0.50	1.50	2.40	3.40	4.70	
Changes in economic variables									
	Variable	Notation	Growth rate	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	XS1	AGR. prod., real, 100m¥ ('95p)	5.1%	20338.4	21617.3	22707.1	23822.9	24945.2	26059.8
2	XS2	MIN. prod.	12.1%	5456.7	6132.0	6952.8	7809.5	8706.9	9649.0
3	XS3	L. M. prod.	9.5%	30304.0	33302.6	36728.5	40276.2	43941.6	47717.0
4	XS4	ENE. prod.	8.9%	5580.7	6154.0	6753.3	7346.9	7943.2	8548.2
5	XS5	H. M. prod.	13.0%	50542.8	57215.7	65342.1	73984.2	83188.9	92998.5
6	XS6	CON. prod.	10.1%	13404.2	16193.6	17443.1	18774.2	20195.9	21717.4
7	XS7	SER. prod.	12.5%	30915.0	35122.3	39956.8	44952.1	50154.5	55594.9
8	LD1	AGR. labor, 10000 persons	-4.9%	33013.0	31666.8	30045.6	28532.2	27086.7	25688.4
9	LD2	MIN. labor	1.7%	1631.8	1623.3	1673.4	1712.9	1745.4	1773.0
10	LD3	L. M. labor	3.1%	4702.3	4731.0	4905.8	5093.4	5288.1	5485.2
11	LD4	ENE. labor	-11.6%	459.7	379.9	331.9	296.1	269.1	248.5
12	LD5	H. M. labor	4.5%	5006.3	5113.6	5419.4	5703.1	5970.7	6226.0
13	LD6	CON. labor	7.5%	2512.7	3120.6	3215.4	3329.9	3463.1	3614.7
14	LD7	SER. labor	8.4%	15062.2	16376.7	18050.5	19610.8	21098.2	22534.6
15	KD1	AGR. capital	14.2%	5064.0	5878.2	6757.5	7707.2	8732.9	9840.6
16	KD2	MIN. capital	14.2%	11615.0	13479.8	15493.8	17668.9	20018.0	22555.0
17	KD3	L. M. capital	14.2%	26718.0	31008.7	35642.7	40647.3	46052.4	51889.8
18	KD4	ENE. capita	14.2%	14624.0	16971.1	19506.0	22243.7	25200.3	28393.6
19	KD5	H. M. capital	14.2%	38722.0	44939.6	51654.5	58906.7	66739.1	75198.0
20	KD6	Con. capital	14.2%	3629.0	4211.6	4840.8	5520.3	6254.3	7046.9
21	KD7	SER. capital	14.2%	48326.0	56086.0	64466.9	73518.1	83293.5	93851.0
22	LS	Labor supply, 10000 persons	1.0%	62388.0	63011.9	63642.0	64278.4	64921.2	65570.4
23	KS	Real capital stocks, 100m¥	14.2%	148719.0	172596.0	198383.2	226233.3	256311.4	288795.8
24	CR	PrivCons, real, 100m¥ ('95p)	13.4%	28350.9	31270.2	36560.2	41939.1	47490.2	53264.2
25	GR	GovrCons	12.0%	6691.2	7658.3	8615.1	9620.8	10680.1	11796.6
26	IR	Investment	8.0%	23877.0	25787.2	27850.1	30078.1	32484.4	35083.1
27	ER	Exports	11.1%	11568.9	12452.7	13837.0	15492.4	17409.9	19597.0
28	MR	Imports	17.8%	11038.0	13843.6	16057.1	18609.8	21574.3	25026.7
29	YR	GDP	9.8%	59450.0	63324.8	70805.4	78520.7	86490.3	94714.3
30	YR1	AGR. GDP, real, 100m¥ ('95p)	5.2%	12158.3	12922.8	13588.8	14270.5	14956.4	15637.7
31	YR2	MIN. GDP	12.6%	2739.8	3078.9	3516.2	3975.6	4459.2	4969.1
32	YR3	L. M. GDP	9.7%	7918.4	8702.0	9625.3	10583.5	11575.3	12598.5
33	YR4	ENE. GDP	9.6%	2109.0	2325.6	2575.1	2824.5	3076.8	3333.9
34	YR5	H. M. GDP	13.6%	13585.9	15379.6	17714.3	20214.0	22891.4	25758.4
35	YR6	CON. GDP	10.3%	3893.9	4704.2	5080.0	5480.4	5907.9	6365.5
36	YR7	SER. GDP	12.8%	17043.5	19362.9	22125.1	24991.5	27987.0	31128.4
37	PX1	AGR. price, 1995=1.0	16.4%	1.001	1.169	1.441	1.686	1.917	2.141
38	PX2	MIN. price	-2.8%	1.000	0.998	0.957	0.922	0.893	0.870
39	PX3	L. M. price	5.6%	1.000	1.057	1.127	1.192	1.255	1.316
40	PX4	ENE. price	-0.8%	1.001	1.211	1.118	1.052	1.002	0.963
41	PX5	H. M. price	-0.6%	1.000	1.027	1.008	0.993	0.981	0.972
42	PX6	CON. price	0.9%	1.000	1.049	1.043	1.041	1.043	1.048
43	PX7	SER. price	1.6%	1.000	1.033	1.046	1.058	1.070	1.082

(Table 7 continued)

(Table 7 concluded)

44	PL1	AGR. wage, 10000¥ (imputed)	34.3%	0.309	0.419	0.613	0.828	1.071	1.350
45	PL2	MIN. wage, 10000¥	6.0%	0.655	0.694	0.736	0.780	0.827	0.876
46	PL3	L. M. wage	6.0%	0.420	0.446	0.472	0.501	0.531	0.563
47	PL4	ENE. wage	6.0%	0.752	0.797	0.845	0.896	0.950	1.007
48	PL5	H. M. wage	6.0%	0.919	0.974	1.032	1.094	1.160	1.230
49	PL6	CON. wage	6.0%	0.830	0.880	0.933	0.989	1.048	1.111
50	PL7	SER. wage	6.0%	0.506	0.536	0.569	0.603	0.639	0.677
51	PK1	AGR. rent, 10000¥ (imputed)	6.8%	0.321	0.343	0.394	0.423	0.439	0.446
52	PK2	MIN. rent, 10000¥	-12.7%	0.112	0.092	0.081	0.072	0.064	0.057
53	PK3	L. M. rent	-10.6%	0.126	0.105	0.094	0.085	0.078	0.072
54	PK4	ENE. rent	-30.8%	0.085	0.051	0.034	0.024	0.018	0.014
55	PK5	H. M. rent	-8.6%	0.167	0.143	0.132	0.123	0.114	0.106
56	PK6	CON. rent	-1.7%	0.392	0.452	0.418	0.393	0.374	0.36
57	PK7	SER. rent	-0.7%	0.173	0.169	0.17	0.169	0.168	0.167
58	PL	Av. wage, all indus., 10000¥	0.0%	1	1	1	1	1	1
59	PK	Av. Rent, all indus., 10000¥	17.8%	0.447	0.529	0.646	0.764	0.886	1.014
60	RE	Exchange rate (¥/\$), 1995=1.0	-4.9%	0.16	0.146	0.14	0.134	0.129	0.125
61	PC	PrivCons deflator, 1995=1.0	5.2%	1.001	1.075	1.149	1.205	1.251	1.29
62	PG	GovrCons deflator	1.6%	1	1.033	1.046	1.058	1.07	1.082
63	PI	Investment deflator	2.1%	1	1.049	1.062	1.076	1.092	1.109
64	PE	Exports deflator	2.3%	1	1.043	1.069	1.089	1.106	1.123
65	PM	Imports deflator	0.0%	1	1	1	1	1	1
66	PY	GDP deflator	4.4%	1	1.069	1.121	1.163	1.202	1.239
67	YN	GDP, nominal, 100m¥	14.6%	59478.234	67708.959	79341.009	91356.602	103979.41	117365.43
68	S	GNS, nominal, 100m¥	8.0%	24420.92	26196.951	28314.658	30633.725	33161.249	35905.406
69	F	Deficit of current BOP, 100m¥	0.0%	-534.155	852.596	1269.808	1741.121	2311.107	3019.332
70	F\$	Deficit of current BOP, 100m\$	0.0%	-534.155	852.596	1269.808	1741.121	2311.107	3019.332
71	IN	Investment, nominal, 100m¥	10.3%	23884.059	27046.379	29580.454	32369.987	35466.577	38918.295
72	M2D	Money demand, 100m¥	14.6%	60755.879	69163.404	81045.322	93319.021	106212.99	119886.54
73	M2S	Money supply, 100m¥	14.6%	60753.168	69160.228	81041.306	93314.157	106207.2	119880.08
74	LSN	labor supply, non-AGR., 10000p.	6.3%	29374.977	31345.1	33596.363	35746.176	37834.539	39882.008
75	RLN	Av. wage, non-AGR., 10000¥	5.8%	0.603	0.64	0.675	0.713	0.754	0.798
76	SVAR1	Share of real GDP, AGR.	-5.2%	0.205	0.194	0.183	0.173	0.165	0.157
77	SVAR2	Share of real GDP, MIN.	1.6%	0.046	0.046	0.047	0.048	0.049	0.05
78	SVAR3	Share of real GDP, L. M.	-1.1%	0.133	0.131	0.13	0.129	0.127	0.126
79	SVAR4	Share of real GDP, ENE.	-1.2%	0.035	0.035	0.035	0.034	0.034	0.033
80	SVAR5	Share of real GDP, H. M.	2.5%	0.229	0.231	0.239	0.245	0.252	0.258
81	SVAR6	Share of real GDP, CON.	-0.5%	0.066	0.071	0.068	0.067	0.065	0.064
82	SVAR7	Share of real GDP, SER.	1.7%	0.287	0.291	0.298	0.304	0.308	0.312

Changes in environmental variables

	Variable	Notation	Growth rate	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1	CO2I	O2 emission, all indus., 100m t	5.9%	26.3	29.3	30.9	32.4	33.7	35.1
2	CO2H	O2 emission, households, 100m t	13.4%	4.3	4.7	5.5	6.3	7.1	8.0
3	CO2T	CO2 emission, total, 100m ton	7.1%	30.5	34.0	36.4	38.7	40.9	43.1
4	PCO2	Carbon tax (¥/CO2 t)	0.0%	0	0	0	0	0	0
5	RRCO	Reduction rate (CO2t/'95¥)	0.0%	0.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
6	SO2I	O2 emission, all indus., 100m t	5.7%	0.209	0.233	0.245	0.256	0.266	0.276
7	SO2H	O2 emission, households, 100m t	13.4%	0.034	0.038	0.044	0.050	0.057	0.064
8	SO2T	SO2 emission, total, 100m ton	6.9%	0.243	0.271	0.289	0.306	0.323	0.340
9	PSO2	Sulfur tax (¥/SO2 t)	0.0%	0	14000	14000	14000	14000	14000
10	RRSO	Reduction rate (SO2t/'95¥)	0.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	a4i	nergy input coeffi., all indus.	-3.5%	0.032	0.032	0.030	0.029	0.028	0.026
12	RRX4	Energy saving rate ('95¥/'95¥)	0.0%	0.000	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100

Table 8. Reducing CO2 Emissions by Carbon Tax (PCO2): 1995-2000
[Technology Improvement of Energy Saving Type (RRX4)]

Δ CO2T (Difference from BAU, 5-year total, 100 million tons)								
PCO2 (yuans /ton) →								
↓ RRX4	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	0.000	-1.478	-2.934	-4.368	-5.779	-7.166	-8.535	-9.884
0.02	0.000	-2.571	-5.073	-7.511	-9.885	-12.196	-14.446	-16.643
0.04	0.000	-3.654	-7.184	-10.591	-13.881	-17.056	-20.126	-23.093
0.06	0.000	-4.731	-9.264	-13.607	-17.768	-21.755	-25.576	-29.246
0.08	0.000	-5.799	-11.316	-16.562	-21.549	-26.292	-30.809	-35.113
0.10	0.000	-6.862	-13.341	-19.455	-25.227	-30.675	-35.830	-40.708

Δ CO2T/CO2T (Ratio to BAU, 5-year total)								
PCO2 →								
↓ RRX4	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	0.000	-0.006	-0.011	-0.017	-0.022	-0.028	-0.033	-0.038
0.02	0.000	-0.010	-0.020	-0.029	-0.038	-0.047	-0.056	-0.065
0.04	0.000	-0.014	-0.028	-0.041	-0.054	-0.066	-0.078	-0.090
0.06	0.000	-0.018	-0.036	-0.053	-0.069	-0.084	-0.099	-0.114
0.08	0.000	-0.023	-0.044	-0.064	-0.084	-0.102	-0.120	-0.136
0.10	0.000	-0.027	-0.052	-0.076	-0.098	-0.119	-0.139	-0.158

CO2T(2000/1995)								
PCO2 →								
↓ RRX4	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	1.845	1.831	1.817	1.804	1.791	1.779	1.767	1.755
0.02	1.845	1.815	1.786	1.759	1.732	1.706	1.682	1.658
0.04	1.845	1.799	1.756	1.714	1.675	1.637	1.601	1.567
0.06	1.845	1.784	1.726	1.671	1.620	1.571	1.526	1.482
0.08	1.845	1.768	1.697	1.630	1.567	1.509	1.454	1.403
0.10	1.845	1.753	1.668	1.589	1.517	1.449	1.387	1.329

Δ GDPR (Difference from BAU, 5-year total, 100 million yuans of '95 prices)								
PCO2 →								
↓ RRX4	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	0.0	-3768.8	-7465.3	-11093.9	-14660.5	-18169.7	-21625.0	-25030.2
0.02	0.0	-3615.2	-7123.9	-10534.4	-13853.1	-17085.8	-20239.8	-23318.6
0.04	0.0	-3462.0	-6788.2	-9987.7	-13070.3	-16043.4	-18914.4	-21690.9
0.06	0.0	-3311.7	-6458.3	-9454.3	-12310.3	-15037.6	-17645.0	-20141.0
0.08	0.0	-3161.2	-6133.5	-8933.0	-11573.7	-14068.3	-16427.9	-18663.5
0.10	0.0	-3013.0	-5814.3	-8423.8	-10857.7	-13131.7	-15259.4	-17253.5

Δ GDPR/GDPR (Ratio to BAU, 5-year total)								
PCO2 →								
↓ RRX4	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	0.000	-0.008	-0.016	-0.024	-0.031	-0.039	-0.046	-0.054
0.02	0.000	-0.008	-0.015	-0.023	-0.030	-0.037	-0.043	-0.050
0.04	0.000	-0.007	-0.015	-0.021	-0.028	-0.034	-0.040	-0.046
0.06	0.000	-0.007	-0.014	-0.020	-0.026	-0.032	-0.038	-0.043
0.08	0.000	-0.007	-0.013	-0.019	-0.025	-0.030	-0.035	-0.040
0.10	0.000	-0.006	-0.012	-0.018	-0.023	-0.028	-0.033	-0.037

g(GDPR) (Growth rate of real GDP)								
PCO2 →								
↓ RRX4	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	0.1030	0.1010	0.0990	0.0970	0.0950	0.0930	0.0910	0.0890
0.02	0.1030	0.1010	0.1000	0.0980	0.0960	0.0940	0.0930	0.0910
0.04	0.1030	0.1020	0.1000	0.0980	0.0970	0.0950	0.0940	0.0930
0.06	0.1030	0.1020	0.1000	0.0990	0.0980	0.0960	0.0950	0.0940
0.08	0.1030	0.1020	0.1010	0.0990	0.0980	0.0970	0.0960	0.0960
0.10	0.1030	0.1020	0.1010	0.1000	0.0990	0.0980	0.0970	0.0970

ΔGDPR/ΔCO2T ('95 yuans /ton)

↓RRX4	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	/	2549.9	2544.4	2539.8	2536.9	2535.5	2533.7	2532.4
0.02	/	1406.2	1404.3	1402.5	1401.4	1400.9	1401.1	1401.1
0.04	/	947.4	944.9	943.0	941.6	940.6	939.8	939.3
0.06	/	700.0	697.1	694.8	692.8	691.2	689.9	688.7
0.08	/	545.1	542.0	539.4	537.1	535.1	533.2	531.5
0.10	/	439.1	435.8	433.0	430.4	428.1	425.9	423.8

ΔGDPN (Difference from BAU, 5-year total, 100 million yuans)

↓RRX4	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	0.0	-1663.2	-3479.9	-5445.3	-7554.2	-9802.4	-12188.2	-14711.3
0.02	0.0	-1446.5	-3030.3	-4741.0	-6569.8	-8510.5	-10553.6	-12698.3
0.04	0.0	-1235.4	-2597.7	-4073.4	-5649.7	-7316.3	-9064.7	-10887.4
0.06	0.0	-1025.9	-2179.6	-3438.5	-4787.7	-6211.5	-7700.0	-9245.5
0.08	0.0	-822.4	-1776.3	-2834.1	-3975.1	-5182.6	-6443.5	-7748.1
0.10	0.0	-621.3	-1386.1	-2257.2	-3209.8	-4223.0	-5281.8	-6374.9

ΔGDPN/ΔCO2T (yuans /ton)

↓RRX4	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	/	1125.3	1186.1	1246.6	1307.2	1367.9	1428.0	1488.4
0.02	/	562.6	597.3	631.2	664.6	697.8	730.6	763.0
0.04	/	338.1	361.6	384.6	407.0	429.0	450.4	471.5
0.06	/	216.9	235.3	252.7	269.5	285.5	301.1	316.1
0.08	/	141.8	157.0	171.1	184.5	197.1	209.1	220.7
0.10	/	90.5	103.9	116.0	127.2	137.7	147.4	156.6

INCO2/GDPN (Carbon tax revenue /nominal GDP, 5-year total)

↓RRX4	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	0.0	0.010	0.020	0.029	0.039	0.049	0.058	0.068
0.02	0.0	0.010	0.019	0.029	0.038	0.048	0.057	0.066
0.04	0.0	0.010	0.019	0.029	0.038	0.047	0.055	0.064
0.06	0.0	0.010	0.019	0.028	0.037	0.046	0.054	0.062
0.08	0.0	0.010	0.019	0.028	0.036	0.045	0.053	0.060
0.10	0.0	0.010	0.019	0.027	0.036	0.044	0.051	0.059

ΔCO2I/CO2I (Ratio to BAU, 5-year total)

↓RRX4	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	0.000	-0.005	-0.011	-0.016	-0.021	-0.027	-0.032	-0.037
0.02	0.000	-0.011	-0.021	-0.032	-0.042	-0.052	-0.062	-0.072
0.04	0.000	-0.016	-0.031	-0.047	-0.062	-0.078	-0.093	-0.108
0.06	0.000	-0.021	-0.042	-0.063	-0.083	-0.104	-0.124	-0.144
0.08	0.000	-0.026	-0.052	-0.078	-0.104	-0.130	-0.156	-0.181
0.10	0.000	-0.031	-0.063	-0.094	-0.125	-0.157	-0.188	-0.219

ΔCO2H/CO2H (Ratio to BAU, 5-year total)

↓RRX4	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.00	0.000	-0.008	-0.015	-0.023	-0.032	-0.040	-0.049	-0.058
0.02	0.000	-0.007	-0.014	-0.021	-0.029	-0.036	-0.044	-0.051
0.04	0.000	-0.006	-0.012	-0.019	-0.025	-0.032	-0.038	-0.045
0.06	0.000	-0.006	-0.011	-0.017	-0.022	-0.028	-0.034	-0.039
0.08	0.000	-0.005	-0.010	-0.015	-0.020	-0.025	-0.029	-0.034
0.10	0.000	-0.004	-0.008	-0.013	-0.017	-0.021	-0.025	-0.029

Table 9. Reducing CO2 Emissions by Carbon Tax (PSO2): 1995-2000

[Technology Improvement in Per Energy CO2 Emission (RRCO2)]

ΔCO2T (Difference from BAU, 5-year total, 100 million tons)

↓ RRCO2	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	0.000	-1.478	-2.934	-4.368	-5.779	-7.166	-8.535	-9.884
0.002	0.000	-17.376	-32.919	-46.886	-59.481	-70.865	-81.176	-90.523
0.004	0.000	-32.041	-58.443	-80.250	-98.247	-113.055	-125.187	-135.078
0.006	0.000	-45.541	-79.970	-105.854	-125.105	-139.244	-149.524	-156.978
0.008	0.000	-57.943	-97.958	-125.085	-143.048	-154.744	-162.402	-167.610
0.010	0.000	-69.311	-112.854	-139.255	-154.754	-163.884	-169.601	-173.291

ΔCO2T/CO2T (Ratio to BAU, 5-year total)

↓ RRCO2	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	0.000	-0.007	-0.013	-0.019	-0.025	-0.032	-0.038	-0.044
0.002	0.000	-0.077	-0.145	-0.206	-0.262	-0.312	-0.357	-0.399
0.004	0.000	-0.141	-0.257	-0.353	-0.433	-0.498	-0.551	-0.595
0.006	0.000	-0.201	-0.352	-0.466	-0.551	-0.613	-0.658	-0.691
0.008	0.000	-0.255	-0.431	-0.551	-0.630	-0.681	-0.715	-0.738
0.010	0.000	-0.305	-0.497	-0.613	-0.682	-0.722	-0.747	-0.763

CO2T(2000/1995)

↓ RRCO2	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	1.845	1.831	1.817	1.804	1.791	1.779	1.767	1.755
0.002	1.845	1.605	1.399	1.222	1.068	0.935	0.820	0.721
0.004	1.845	1.405	1.070	0.818	0.631	0.497	0.403	0.341
0.006	1.845	1.227	0.817	0.556	0.401	0.318	0.280	0.268
0.008	1.845	1.071	0.628	0.400	0.301	0.270	0.265	0.265
0.010	1.845	0.935	0.492	0.317	0.270	0.265	0.266	0.286

ΔGDPR (Difference from BAU, 5-year total, 100 million yuans of '95 prices)

↓ RRCO2	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	0.0	-3768.8	-7465.3	-11093.9	-14660.5	-18169.7	-21625.0	-25030.2
0.002	0.0	-3461.0	-6311.0	-8649.3	-10554.4	-12092.7	-13320.3	-14282.4
0.004	0.0	-3177.1	-5324.9	-6717.3	-7559.9	-8014.0	-8204.2	-8226.0
0.006	0.0	-2915.3	-4491.7	-5227.3	-5471.0	-5459.7	-5346.7	-5216.6
0.008	0.0	-2674.9	-3792.5	-4103.3	-4068.0	-3939.1	-3824.1	-3741.9
0.010	0.0	-2454.1	-3212.8	-3273.0	-3148.8	-3037.5	-2965.5	-2935.2

ΔGDPR/GDPR (Ratio to BAU, 5-year total)

↓ RRCO2	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	0.000	-0.009	-0.018	-0.027	-0.036	-0.045	-0.053	-0.061
0.002	0.000	-0.008	-0.015	-0.021	-0.026	-0.030	-0.033	-0.035
0.004	0.000	-0.008	-0.013	-0.016	-0.019	-0.020	-0.020	-0.020
0.006	0.000	-0.007	-0.011	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
0.008	0.000	-0.007	-0.009	-0.010	-0.010	-0.010	-0.009	-0.009
0.010	0.000	-0.006	-0.008	-0.008	-0.008	-0.007	-0.007	-0.007

g(GDPR) (Growth rate of real GDP)

↓ RRCO2	PCO2 →							
	0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	0.1030	0.1010	0.0990	0.0970	0.0950	0.0930	0.0910	0.0890
0.002	0.1030	0.1020	0.1000	0.1000	0.0990	0.0990	0.0990	0.0990
0.004	0.1030	0.1020	0.1010	0.1010	0.1010	0.1020	0.1020	0.1030
0.006	0.1030	0.1020	0.1020	0.1020	0.1030	0.1030	0.1030	0.1030
0.008	0.1030	0.1020	0.1020	0.1030	0.1030	0.1030	0.1030	0.1030
0.010	0.1030	0.1030	0.1030	0.1030	0.1030	0.1030	0.1030	0.1030

ΔGDPR/ΔCO2T ('95 yuans /ton)

		PCO2 →							
↓RRCO2		0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	/		2549.9	2544.4	2539.8	2536.9	2535.5	2533.7	2532.4
0.002	/		199.2	191.7	184.5	177.4	170.6	164.1	157.8
0.004	/		99.2	91.1	83.7	76.9	70.9	65.5	60.9
0.006	/		64.0	56.2	49.4	43.7	39.2	35.8	33.2
0.008	/		46.2	38.7	32.8	28.4	25.5	23.5	22.3
0.010	/		35.4	28.5	23.5	20.3	18.5	17.5	16.9

ΔGDPN (Difference from BAU, 5-year total, 100 million yuans)

		PCO2 →							
↓RRCO2		0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	0.0	-1663.2	-3479.9	-5445.3	-7554.2	-9802.4	-12188.2	-14711.3	
0.002	0.0	-1527.7	-2923.6	-4177.3	-5292.2	-6275.4	-7138.5	-7900.1	
0.004	0.0	-1403.1	-2463.7	-3237.8	-3794.6	-4195.5	-4495.0	-4738.4	
0.006	0.0	-1289.5	-2083.2	-2543.8	-2807.5	-2977.7	-3119.7	-3277.5	
0.008	0.0	-1185.2	-1771.8	-2034.7	-2163.4	-2270.5	-2409.2	-2607.3	
0.010	0.0	-1090.6	-1516.0	-1662.1	-1745.8	-1860.4	-2042.8	-2358.1	

ΔGDPN/ΔCO2T (yuans /ton)

		PCO2 →							
↓RRCO2		0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	/		1125.3	1186.1	1246.6	1307.2	1367.9	1428.0	1488.4
0.002	/		87.9	88.8	89.1	89.0	88.6	87.9	87.3
0.004	/		43.8	42.2	40.3	38.6	37.1	35.9	35.1
0.006	/		28.3	26.0	24.0	22.4	21.4	20.9	20.9
0.008	/		20.5	18.1	16.3	15.1	14.7	14.8	15.6
0.010	/		15.7	13.4	11.9	11.3	11.4	12.0	13.6

INCO2/GDPN (Carbon tax revenue /nominal GDP, 5-year total)

		PCO2 →							
↓RRCO2		0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	0.0	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
0.002	0.0	0.008	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005
0.004	0.0	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003
0.006	0.0	0.006	0.005	0.004	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002
0.008	0.0	0.006	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001
0.010	0.0	0.005	0.004	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001

ΔCO2I/CO2I (Ratio to BAU, 5-year total)

		PCO2 →							
↓RRCO2		0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	0.000	-0.006	-0.012	-0.018	-0.024	-0.030	-0.036	-0.042	
0.002	0.000	-0.096	-0.200	-0.312	-0.432	-0.561	-0.700	-0.850	
0.004	0.000	-0.195	-0.425	-0.694	-1.007	-1.368	-1.777	-2.233	
0.006	0.000	-0.304	-0.693	-1.183	-1.783	-2.487	-3.275	-4.111	
0.008	0.000	-0.422	-1.007	-1.786	-2.750	-3.842	-4.981	-6.119	
0.010	0.000	-0.551	-1.373	-2.499	-3.851	-5.280	-6.699	-8.009	

ΔCO2H/CO2H (Ratio to BAU, 5-year total)

		PCO2 →							
↓RRX4		0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	0.000	-0.009	-0.017	-0.027	-0.036	-0.046	-0.056	-0.066	
0.002	0.000	-0.008	-0.015	-0.021	-0.025	-0.030	-0.033	-0.036	
0.004	0.000	-0.007	-0.012	-0.016	-0.018	-0.019	-0.020	-0.021	
0.006	0.000	-0.007	-0.010	-0.012	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	
0.008	0.000	-0.006	-0.009	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	
0.010	0.000	-0.006	-0.007	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	

Table 10. Reducing CO2 Emissions by Sulfur Tax (PSO2): 1995-2000
 [Technology Improvement of Energy Saving Type (RRX4)]

Δ SO2T/SO2T (Ratio to BAU, 5-year total)

↓ RRX4	PSO2 →							
	0	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
0.00	0.000	-0.005	-0.011	-0.016	-0.021	-0.027	-0.032	-0.036
0.02	0.000	-0.009	-0.017	-0.026	-0.035	-0.044	-0.051	-0.059
0.04	0.000	-0.013	-0.024	-0.036	-0.048	-0.060	-0.070	-0.081
0.06	0.000	-0.016	-0.032	-0.047	-0.061	-0.075	-0.088	-0.101
0.08	0.000	-0.019	-0.038	-0.056	-0.074	-0.091	-0.106	-0.121
0.10	0.000	-0.023	-0.045	-0.066	-0.085	-0.105	-0.123	-0.140

Δ CO2T/CO2T (Ratio to BAU, 5-year total)

↓ RRX4	PSO2 →							
	0	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
0.00	0.000	-0.005	-0.010	-0.015	-0.020	-0.024	-0.029	-0.033
0.02	0.000	-0.008	-0.017	-0.025	-0.032	-0.040	-0.047	-0.055
0.04	0.000	-0.012	-0.023	-0.034	-0.045	-0.055	-0.065	-0.075
0.06	0.000	-0.015	-0.030	-0.044	-0.057	-0.070	-0.083	-0.095
0.08	0.000	-0.018	-0.036	-0.053	-0.069	-0.085	-0.100	-0.114
0.10	0.000	-0.022	-0.043	-0.062	-0.081	-0.099	-0.116	-0.132

SO2T (2000/1995)

↓ RRX4	PSO2 →							
	0	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
0.00	1.860	1.848	1.831	1.819	1.807	1.794	1.782	1.774
0.02	1.860	1.831	1.807	1.782	1.757	1.733	1.712	1.687
0.04	1.860	1.819	1.782	1.745	1.708	1.675	1.642	1.609
0.06	1.860	1.807	1.753	1.708	1.658	1.617	1.576	1.535
0.08	1.860	1.794	1.728	1.671	1.613	1.560	1.510	1.465
0.10	1.860	1.778	1.704	1.634	1.572	1.510	1.453	1.399

CO2T (2000/1995)

↓ RRX4	PSO2 →							
	0	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
0.00	1.845	1.832	1.821	1.809	1.798	1.787	1.776	1.766
0.02	1.845	1.820	1.796	1.772	1.750	1.728	1.707	1.687
0.04	1.845	1.807	1.771	1.736	1.703	1.671	1.641	1.612
0.06	1.845	1.794	1.747	1.701	1.658	1.617	1.578	1.541
0.08	1.845	1.782	1.723	1.667	1.615	1.565	1.518	1.474
0.10	1.845	1.770	1.699	1.634	1.572	1.515	1.461	1.411

Δ GDPR/GDPR (Ratio to BAU, 5-year total)

↓ RRX4	PSO2 →							
	0	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
0.00	0.000	-0.006	-0.013	-0.019	-0.025	-0.031	-0.037	-0.043
0.02	0.000	-0.006	-0.012	-0.018	-0.024	-0.030	-0.035	-0.041
0.04	0.000	-0.006	-0.012	-0.017	-0.023	-0.028	-0.033	-0.038
0.06	0.000	-0.006	-0.011	-0.016	-0.021	-0.026	-0.031	-0.035
0.08	0.000	-0.005	-0.011	-0.016	-0.020	-0.025	-0.029	-0.033
0.10	0.000	-0.005	-0.010	-0.015	-0.019	-0.023	-0.027	-0.031

g(GDPR) (Growth rate of real GDP)

↓ RRX4	PSO2 →							
	0	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
0.00	0.103	0.102	0.100	0.098	0.097	0.095	0.094	0.092
0.02	0.103	0.102	0.100	0.099	0.097	0.096	0.095	0.093
0.04	0.103	0.102	0.101	0.099	0.098	0.097	0.096	0.095
0.06	0.103	0.102	0.101	0.100	0.099	0.097	0.097	0.096
0.08	0.103	0.102	0.101	0.100	0.099	0.098	0.097	0.097
0.10	0.103	0.102	0.101	0.100	0.100	0.099	0.098	0.098

Δ GDP/Δ SO2T ('95 yuans/ ton)

		PSO2 →							
↓ RRX4		0	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
0.00	/		303746.4	273659.0	263327.3	275317.8	262132.3	264837.3	269874.1
0.02	/		153523.3	159910.6	157864.8	155918.1	154041.1	156589.2	156729.6
0.04	/		107580.9	109931.2	108079.4	107372.7	106291.4	107245.5	106885.1
0.06	/		81150.5	80618.9	79323.8	79751.8	79409.7	80009.3	79292.3
0.08	/		65658.1	63942.8	62861.8	62386.4	61857.3	61892.1	62047.5
0.10	/		51973.1	50944.8	50342.7	50741.2	50222.5	49841.6	49903.0

Δ GDPN/Δ SO2T (yuans /ton)

		PSO2 →							
↓ RRX4		0	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
0.00	/		124802.2	118572.2	119889.1	131320.8	130689.7	137668.0	145979.0
0.02	/		56652.3	62666.2	65383.4	67946.2	70418.5	74859.9	78150.1
0.04	/		34904.2	38283.0	40090.1	42206.0	44076.7	46716.2	48738.3
0.06	/		22474.8	24335.8	25842.9	27799.2	29439.6	31353.6	32708.1
0.08	/		14799.3	16139.8	17459.4	18820.6	20078.8	21439.1	22794.3
0.10	/		8872.0	10172.0	11411.7	12786.7	13861.2	14879.8	15975.6

INSO2/GDPN (Sulfur tax revenue /nominal GDP, 5-year total)

		PSO2 →							
↓ RRX4		0	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
0.00	0.0		0.010	0.020	0.029	0.039	0.049	0.058	0.068
0.02	0.0		0.010	0.019	0.029	0.038	0.048	0.057	0.066
0.04	0.0		0.010	0.019	0.029	0.038	0.047	0.056	0.065
0.06	0.0		0.010	0.019	0.028	0.037	0.046	0.055	0.063
0.08	0.0		0.010	0.019	0.028	0.037	0.045	0.054	0.062
0.10	0.0		0.010	0.019	0.028	0.036	0.045	0.053	0.060

Δ SO2I/SO2I (Ratio to BAU, 5-year total)

		PSO2 →							
↓ RRX4		0	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
0.00	0.000		-0.005	-0.011	-0.017	-0.023	-0.027	0.114	-0.038
0.02	0.000		-0.010	-0.020	-0.030	-0.039	-0.049	-0.058	-0.066
0.04	0.000		-0.014	-0.028	-0.043	-0.057	-0.071	-0.083	-0.097
0.06	0.000		-0.018	-0.037	-0.056	-0.073	-0.092	-0.110	-0.128
0.08	0.000		-0.023	-0.046	-0.068	-0.092	-0.113	-0.136	-0.159
0.10	0.000		-0.027	-0.054	-0.082	-0.110	0.042	-0.163	-0.191

Δ SO2H/SO2H (Ratio to BAU, 5-year total)

		PSO2 →							
↓ RRX4		0	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000
0.00	0.000		-0.014	-0.017	-0.021	-0.035	-0.035	-0.042	-0.050
0.02	0.000		-0.014	-0.017	-0.017	-0.031	-0.035	-0.035	-0.046
0.04	0.000		-0.014	-0.017	-0.017	-0.028	-0.031	-0.035	-0.039
0.06	0.000		-0.014	-0.014	-0.017	-0.024	-0.028	-0.031	-0.035
0.08	0.000		-0.010	-0.014	-0.017	-0.021	-0.024	-0.028	-0.028
0.10	0.000		-0.010	-0.014	-0.014	-0.021	-0.024	-0.024	-0.028

Table A1. Input-Output Table of China, 1995 (7 Industries, 100 million yuans)

	Agriculture	Mining	Light Manufac.	Energy	Heavy Manufac.	Construction	Services	Subtotal
Agric.	3506	73	6301	1	672	57	457	11067
Mining	47	293	216	1609	2118	543	260	5087
Light M.	1180	115	9927	45	2186	541	2170	16163
Energy	232	354	415	340	2077	175	1338	4930
Heavy M.	2051	1327	3083	602	24259	6533	3949	41805
Construc.	4	16	8	7	23	113	326	497
Services	1163	538	2444	867	5624	1546	5364	17547
Subtotal	8183	2717	22394	3471	36959	9509	13864	97097
Labor Inc.	10197	1069	1978	345	4602	2086	7618	27894
Capital I	1623	1302	3356	1241	6457	1421	8342	23743
Net Tax	338	369	2581	521	2532	386	1084	7811
Value Added	12158	2740	7915	2108	13591	3893	17044	59448
total Input	20341	5457	30308	5579	50550	13402	30908	156545

Rural Consumpt.	Non-rural Consumpt.	Consump. Subtotal	Governm. Consump.	Consump. Total	Fixed Investment	Exports	Imports	Total Final Dem.	Total Output
5183	2524	7707	0	7707	1734	316	482	9274	20341
204	118	322	0	322	90	566	609	370	5457
3695	6581	10277	0	10277	769	5332	2233	14145	30308
315	373	688	0	688	46	0	85	648	5579
1963	1961	3923	0	3923	7259	5182	7618	8745	50550
0	0	0	0	0	12908	0	3	12904	13402
2403	3018	5421	6691	12112	1071	178	0	13361	30908
13763	14575	28338	6691	35028	23877	11574	11031	59448	156545

Table A2. CO2 and SO2 Emission (7 Industries)

	CO2 *1		SO2 *2	
	1990	1995	1990	1995
Agricul.	0.73	0.66	0.004	0.004
Mining	0.81	1.11	0.006	0.008
Light M.	1.91	2.33	0.017	0.018
Energy	8.23	10.98	0.068	0.105
Heavy M.	6.92	8.84	0.049	0.064
Construc.	0.16	0.17	0.001	0.001
Services	1.65	2.19	0.012	0.009
Subtotal	20.41	26.27	0.157	0.209
Households	4.48	4.26	0.022	0.035
Total	24.89	30.53	0.179	0.244

*1 CO2 emission (100 million tons of CO2)

*2 SO2 emission (100 million tons of SO2)

日中CDMのマクロ経済分析

—炭素税導入のケース・スタディー—

江崎光男・孫林・金城盛彦

1. はじめに

1997年12月に京都で開催された「気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）第3回締約国会議（COP3）」は「京都議定書（Kyoto Protocol）」を採択し、先進国の温室効果ガスの排出削減目標について2008～2012年の約束期間に対して法的拘束力のある数値目標を決定した。同時に、議定書に盛り込まれた削減目標をなるべく安い費用で達成するため、数値目標が設定されている先進国間では「排出量取引」と「共同実施」、削減を拘束されていない開発途上国との間では「クリーン開発メカニズム（CDM）」といった共同取り組みの国際制度が合意された。^{注1)}

「クリーン開発メカニズム」（以下CDMと略称）の目的は、開発途上国（非附属書I締約国）の持続可能な開発と気候変動枠組条約の目的達成を支援し、かつ先進国（附属書I締約国）の数値目標の達成を支援することにある。具体的には、開発途上国が先進国と共同で持続的開発につながるプロジェクトを実施し、それが温室効果ガスの削減をもたらす場合、一定の認証手続きを経て、削減量の1部を先進国に譲渡できる仕組みである。例えば、中国において日中共同で省エネプロジェクトを行い、その結果温室効果ガスが100万トン減少することが一定の手続きで認証された場合、日本の貢献度（技術や資金の提供）に応じてその1部（例えば50万トン）を日本の削減量とみなすことができる。中国は数値目標を持たないが、残りの50万トン相当の割当量を先進国に売却し利益を得ることができる。^{注2)}

CDMは、従来の開発援助とは異なる資金や技術移転の新たなチャンネルになり得る。さらにCDMは、気候変動枠組条約の締約国である開発途上国が条約の目的達成を現実に支援する手段の1つとして位置付けることもできる。CDMは先進国間の共同実施と実質的には同じであるとの見方があるが、開発途上国では排出削減の数値目標を課せられていないこと、2000年以降のCDMによる排出削減量を認証削減量とみなすこと、CDMプロジェクトの利益の1部を気候変動に対して脆弱な小島嶼国にあてるという点で、共同実施にないCDMの特色がある。^{注3)}

CDMの具体的内容は未だ確定したものではなく、今後の実践の試み、それに伴う問題点や手続き・細目の交渉をへて、次第に明確にされるべき性質のものである。CDMは基本的にミクロ経済レベルでプロジェクト・ベースを内容とする枠組みである。他方、マクロ経済レベルで、開発途上国に対しても所得比例の負担の軽い炭素税を導入し、税収入か

ら地球温暖化防止の国際基金を設立、開発途上国に再配分するといった提案がなされている（宇沢（1999））。このような提案から明らかなように、炭素税に関連して、マクロの国民経済レベルで地球温暖化防止の南北協力を考えることも、CDMの重要な側面である。

本稿では、マクロ・レベルのCDMの1例として、日中間で炭素税を導入するケースを検討する。すなわち、温室効果ガスを二酸化炭素（CO₂）に限定し、日本と中国のそれぞれが炭素税を導入する時のコストとベネフィットを、計算可能一般均衡モデル（以下ではCGEモデルと略称）に基づくシミュレーション分析で評価し、炭素税賦課による日中間CDMの可能性を検討し、その経済社会へのインパクトを分析する。

シミュレーション分析の期間は、両国で産業連関表の利用可能な1995年から京都議定書の約束期間である2008～2012年までの18年間である。京都議定書で日本は2008～2012年の排出量を1990年の6%減の水準に落とすことを約束した。二酸化炭素に限定して言えば、日本の1990年におけるCO₂排出量は2.91億トン（炭素換算）だから、その6%減の2.74億トンが2008～2012年におけるCO₂の目標排出水準になる。この目標を達成するため、ゼロの数値目標を持つ中国とどのように共同実施し、利益をいかに配分するかが本稿の主要な分析内容となる。

本稿の構成は以下の通り。次の第2節では、中国経済のCGEモデルを作成し、1995～2012年の期間について標準シナリオ（BAU）および炭素税導入のインパクトを既存の研究と比較する。第3節では、日本について同様の分析を試みる。第4節では、炭素税導入の限界費用曲線を日中両国で比較し、炭素税によるCO₂削減の日中共同実施（日中CDM）の可能性を検討する。第5節は要約と結論に充てられる。

2. 炭素税導入の中国経済へのインパクト

2.1 中国経済のCGEモデル

中国環境CGEモデルについて、その基本的特徴を以下に要約する。その詳細については、付録B（表B1の方程式体系、表B2の記号）を参照されたい。

中国モデルは9つの産業（①農業、②軽工業、③電力、④石油、⑤石炭、⑥金属・化学、⑦機械、⑧建築、⑨サービス）より構成されている。石油産業は原油・天然ガスおよびそれらの製品から、石炭産業は石炭およびその製品で定義されている。金属・化学産業は金属・非金属鉱物を含めて定義されている。

各産業で、国内財と輸入財はCES型の合成財関数で合成され、国内需要は合成財に対してなされる。国内財と輸入財の代替弾力性についてはGTA P値を使用した。^{注4)} エネルギーは電力・石油（&天然ガス）・石炭から構成されるが、それらを合成エネルギー財として処理し、CES型の合成財関数によりエネルギー代替を考慮する。3エネルギー間の代替の弾力性（ σ_E ）は0.5を想定した。各産業の生産関数として、エネルギー以外の

中間投入はレオンチェフ型（固定係数）、総生産とエネルギー・労働・資本の間にCES型を想定する。つまり、エネルギー・労働・資本の間で代替関係を考慮する。3投入間の代替弾力性（ σ_X ）は0.5を想定した。^{注5)} また、家計部門の効用関数はコップ・ダグラス型を採用し、エネルギーは合成財として消費されている。

中国モデルの非環境部分は、基本的に、Dervis, De Melo and Robinson (1982, Ch.7)を出発点にしているが、エネルギー間およびエネルギー・資本・労働間の代替を考慮した点に加えて、以下の2点でそれとは大きく異なる。^{注6)} まず第1に、本稿の中国モデルは労働市場の均衡を想定していないという点である。つまり、非農業各部門では名目賃金を外生的に与え（政策変数とし）、労働需要を限界条件で決め、農業部門の労働投入は総労働供給量から非農業労働需要を除いた残差で決める。これは、ルイス型2部門発展モデルに対応する定式化といてよいが、農業部門に余剰労働を抱えている移行経済の中国に対して、より適切な定式化であると思われる。これは、いわば、各産業で分断された非競争型の労働市場のケースである。

第2に、本稿の中国モデルは、ワルラス法則を導く予算制約式を明示的に考慮し、名目貯蓄（国内Sと海外F）と名目投資（ I^n ）のバランス式、すなわち $S+F-I^n=0$ が、価格の絶対水準を決める均衡式であることを明確に示した点である。このバランス式は体系の解を求める手続きにおいて余剰の均衡式として除外される。つまり、名目貯蓄あるいは名目投資がニューメールになるのであるが、その価格は当然のことながら単位の1であるから、モデルが決める相対価格の水準は絶対価格の水準に他ならない。このモデルでは、為替レートを自由に変動させても、ある一定の水準に固定してもよい。前者の変動相場制の場合には、ドルの価格（元/ドル）は、ドルに対する需給を均衡させるよう、1元（ニューメール価格）を分母にして絶対水準で決まる。非農業の名目賃金は外生であり、1元（ニューメール価格）に対して増加しても減価してもよい。このように、貯蓄と投資のバランス式は元建て価格の絶対水準を決め、インフレを分析するための鍵となる均衡式である。^{注7)}

以上2点が中国モデルの非環境部分について特に強調しておきたい特徴である。本稿の中国環境CGEモデルは、この非環境部分に追加して、エネルギー投入（消費）量に比例する二酸化炭素排出量および二酸化炭素排出量に比例して賦課される炭素税を導入することにより作成されている。本稿では、炭素税は需要面にかけている。つまり、各産業のエネルギー投入および家計部門のエネルギー消費により排出される二酸化炭素の量に比例して、排出部門（エネルギー需要部門）に炭素税が賦課されている。^{注8)}

本稿の中国モデルは逐次決定型動学モデル（recursive dynamic model）である。つまり、各産業の資本ストックは年初で外生的に与えられ、年末に、各産業の利潤率に対応して部分的に調整され（調整速度は0.1に設定）、次年度の年初水準とされる。従って、年毎に、所与の産業別資本ストックの下で、各市

場の需給均衡が達成されるモデルとなっている。^{注9)}

2.2 標準シナリオ (BAU) : 1995~2012年

炭素税導入のインパクトを見るために、特に CO₂ 対策を採らない場合 (BAU) における中国経済の標準的な成長経路を確定しておく必要がある。これを標準シナリオと呼ぶが、モデルのベンチマーク年 (1995年) から京都議定書に対応する期間 (2008~2012年) までの18年間について、その詳細が付録A (表A1) に掲げられている。また、その1部の主要変数については、類似のモデルで類似の分析を行っている Zhang (1998) との比較対照が可能になるよう、表1と表2にまとめられている。

標準シナリオ (表A1、変数はほぼ記号表に対応) の作成にあたり、原則として、実質 GDP (YR) の成長率が7%前後、二酸化炭素排出量 (CO₂T) の増加率が過去平均の5%前後、実質賃金率 (W/PY) の伸び率が6%程度、全要素生産性の伸び率が経済全体で3%程度、インフレ率 (PY) が2%程度、経常収支は2010年頃にほぼ収支ゼロになるよう、外生変数およびパラメータの値を選択した。その主要なものについて言えば、総労働供給の成長率は1%、非農業賃金の増加率は8%、実質投資の増加率は第9次5ヵ年計画期の8%、為替レートは1995年水準で固定 (ゼロ成長) されている。また、輸出関数のスケール・パラメータは、成長率実績の半分を想定した。各産業の TFP 成長率は、全経済の TFP 成長実績を基準に適宜割り振り、中間投入係数は原則としてゼロ成長を想定した。

エネルギー間の代替弾力性 (σ_E) を0.5、投入要素間の代替弾力性 (σ_X) を0.5と設定すれば、2010年前後の二酸化炭素排出量は、過去のトレンド (1985~1995年で4.9%) を外挿した水準にほぼ等しくなる。標準シナリオに関する限り、上記代替の弾性値は、実物経済および環境変数にかなりセンシティブである。例えば、 σ_X を0.5から0.25へとより非代替的な水準に設定した場合、GDP成長率は7.0%から5.7%へ減少し、GDPデフレーター増加率は1.1%から2.0%へ増加する。CO₂排出量の2008~2012年平均の水準は17.6億トンから15.0億トンへと減少する。これは、3要素間の代替弾力性を小さくすることにより、現実ではかなり高いと思われる資本と労働の間の代替関係を過小評価したためと考えられる。いずれにせよ、GDP成長率5.7%は標準シナリオとして低すぎる。 σ_E を0.5から0.25へ半減させた場合、その全体への影響は極めて小さく、GDP成長率とGDPデフレーター増加率はほとんど変わらず、CO₂排出量は18.8億トンへと1.2億トン増加する。その理由は、低い代替弾力性の下で、石炭から石油・電力への代替が抑制されるからと考えられる。

表1と表2の値は、ZhangモデルのBAUと部分的に比較可能である。本稿のモデルでは、1995年のCO₂排出実績は8.3億トン、2010年CO₂排出量予測値は17.6億トンになる。Zhang (1998) の2010年に対するCO₂排出量は14.4億トンと予測されているが、

表1. マクロ経済指標:成長率 (標準シナリオ BAU)

(%)

	2010/1995	2000/1995	2010/2000	Zhang (1998)	
				2000/1987	2010/2000
実質GDP(YR)	7.23	9.14	6.29	7.92	7.55
等価変分(EV)	7.18	7.50	7.02		
実質民間消費(CR)	6.61	7.39	6.22	6.48	6.54
実質政府消費(GR)	7.46	9.87	6.27		
実質投資(IR)	8.00	8.00	8.00	8.81	7.81
実質輸入(MR)	9.17	5.57	11.01	6.86	5.12
実質輸出(ER)	8.85	11.31	7.64	8.95	8.11
実質総産出額(XS)	7.68	9.69	6.69	8.25	7.86
GDPデフレーター(PY)	0.90	-0.46	1.58		
民間消費デフレーター(PC)	1.48	1.15	1.64		
政府消費デフレーター(PG)	0.73	-1.02	1.62		
投資デフレーター(PI)	0.33	-1.44	1.23		
輸出デフレーター(PE)	-0.02	-1.38	0.67		
総産出価格PX	0.68	-0.70	1.38		

表2. エネルギー関係指標 (標準シナリオ BAU)

	1995	2000	2010
産業部門CO2排出総量(億Ct)	7.292	10.043	14.253
家計部門CO2排出総量(億Ct)	1.037	1.756	3.379
CO2排出総量(億Ct)	8.329	11.800	17.632
同上 Zhang (1998)	5.869(1990)*	8.989	14.413
SO2排出総量(億St)	0.232	0.328	0.491
電力消費/GDP	0.017	0.050	0.046
石油・ガス消費/GDP	0.065	0.065	0.062
石炭消費/GDP	0.027	0.025	0.019
エネルギー消費合計/GDP	0.109	0.140	0.128
電力価格(PX3)	1.000	0.780	0.716
石油・ガス価格(PX4)	1.000	0.778	0.691
石炭価格(PX5)	1.000	0.958	1.191

*公表統計によれば1990年のCO2排出総量は6.56億トンである。

表3. BAUからの乖離率:主要変数(2010年)

(%)

	シナリオ1	シナリオ2	Zhang (1998)	
			シナリオ1	シナリオ2
実質GDP(YR)(億元)	-0.4	-0.8	-1.5	-2.8
GDPデフレーター(PY)	1.2	2.1		
等価変分(YEV)(億元)	-1.4	-2.4	-1.1	-1.8
実質民間消費(CR)(億元)	-1.8	-2.9	-1.2	-3.0
実質政府消費(GR)(億元)	-0.5	-0.9		
実質投資(IR)(億元)	0.0	0.0	-0.7	-1.8
実質輸入(MR)(億元)	1.2	2.1	-1.2	-2.1
実質輸出(ER)(億元)	-1.9	-3.4	-5.4	-7.4
産業部門CO2排出総量(億Ct)	-18.3	-27.3		
家計部門CO2排出総量(億Ct)	-28.2	-42.3		
CO2排出総量(億Ct)	-20.2	-30.2	-20.1	-30.1
PCO2(名目)(元)	160	305	205	400
SO2排出総量(億St)	-20.2	-30.1		
実質電力総消費額(億元)	-8.4	-13.7		
実質石油ガス総消費額(億元)	-4.8	-8.5		
実質石炭消費額(億元)	-24.2	-36.0		
エネルギー総消費額(億元)	-9.1	-14.6	-19.5	-29.3
電力消費/GDP	-8.1	-13.1		
石油ガス消費/GDP	-4.4	-7.8		
石炭消費/GDP	-23.9	-35.5		
エネルギー消費合計/GDP	-8.7	-13.9		
農業価格(PX1)(1995=1.0)	-0.7	-1.2		
軽工業価格(PX2)(1995=1.0)	0.1	0.3		
電力価格(PX3)(1995=1.0)	13.1	23.5	22.8	43.3
石油価格(PX4)(1995=1.0)	1.3	2.3	15.3	29.1
(ガス価格)			46.8	90.6
石炭価格(PX5)(1995=1.0)	2.7	4.9	65.0	123.1
金化価格(PX6)(1995=1.0)	2.1	3.6		
機会価格(PX7)(1995=1.0)	1.1	2.1		
建設価格(PX8)(1995=1.0)	1.0	1.8		
三産価格(PX9)(1995=1.0)	0.7	1.3		

表4. BAUからの乖離率:産業別実質総生産シェア(2010年)

(%)

	シナリオ1	シナリオ2	Zhang (1998)	
			シナリオ1	シナリオ2
農業	1.1	1.9	-0.5	-0.3
軽工業	0.3	0.6	-0.6	-0.4
電力	-7.7	-12.5	-6.1	-10.7
石油ガス	-3.8	-6.7	-2.1	-8.5
石炭	-22.3	-33.2	-26.5	-38.1
金属化学	-0.4	-0.8	-2.5	-3.3
機械	0.1	0.2		
建築業	3.5	6.0	-0.7	-1.4
三次産業	0.1	0.1	1.7	5.5

1990年の予測値 5.9 億トン実績より 10%強も小さい。その他のモデルによる予測値 (Zhang (1998), Table 11 を参照) は、9.37 億トンから 19.6 億トンまで大きな幅がある。李志東 (1999) は 14.3 億トンを予測している。OECD のグリーン・モデルは下限に近い予測値を与えている (例えば、Koppel and Lee (1996)を参照)。

2.3 炭素税導入のインパクト

本稿の中国環境CGEモデルにおいて、炭素税は CO₂ 排出量に比例して需要面に賦課されている。つまり、炭素税は、エネルギーを消費する各産業および家計部門のコスト増大要因として処理されている。供給面で炭素税を賦課しても本質的に変わりはない。供給面アプローチのモデルが多いが、OECD グリーンモデルは需要面アプローチである。

中国モデルにおいて、炭素税収入は、全額、生産力の増加を伴わない環境保全投資に支出されると仮定する。従って、炭素税の導入は、供給面ではコスト増によるマイナス効果を、需要面では投資増によるプラスの効果を持つ。資本蓄積による供給面への効果はゼロである。

本稿のモデルを Zhang モデルと比較するため、2010年の CO₂ 排出量を BAU から 20%削減するケース (シナリオ1) と 30%削減するケース (シナリオ2) を実験的に試みた。それらの結果は、主要変数について表 3 と表 4 に要約されている。BAUからの乖離率でみる限り、両モデルはマクロおよび産業レベルの主要変数にはほぼ同程度のインパクトを予想している。しかしながら、エネルギー価格に対するインパクトについて両モデルの間で大きな格差が観察されている。本稿の分析において、価格効果が特に石油・石炭で小さいのは、両産業の生産物価格が基本的に需要面にかかる炭素税を含んでいないことによる。他方、エネルギー生産量に対する効果は両モデルで類似している。

3. 炭素税導入の日本経済へのインパクト

3.1 日本経済のCGEモデル

日本モデルは、産業分類・合成財関数・生産関数・効用関数など、ほぼ全面的に、中国モデルに準じている。モデルの詳細については、付録C (表C1 の方程式体系、表C2 の記号) を参照されたい。代替の弾性値についても同様に、国内財・輸入財の場合はG T A P値を採用し、電力・石油・石炭については 0.5、エネルギー・資本・労働についても 0.5 を想定した。二酸化炭素の排出や炭素税の賦課といった環境関連部分、あるいは逐次決定の動学的部分についても同様に、データやパラメータ値は変わるが、枠組みは基本的に中国モデルの場合と同じである。^{注10)}

労働市場は中国モデルと異なる唯一の例外で、労働の総供給を外生に、農業を含む全産

業の労働需要合計と均衡するよう名目賃金が決定される。この場合、各産業の労働を効率単位で測ることにより、全経済で同質かつ単一の労働市場を想定している。

中国モデルと同様、為替レートは外生になっているが、変動相場制で処理することも可能である。さらに、中国モデルと同様、貯蓄・投資バランスをワルラス法則で落とし、名目貯蓄（あるいは貨幣）をニューメーラールにみなして、物価と賃金を絶対水準で決めている。従って、投資を貯蓄（資金のアベイラビリティ）で決めるのではなく、実質投資を外生変数（いわば独立の投資関数）で処理している。90年代の日本経済は貯蓄過剰の状態にあり、余った貯蓄は国内投資をファイナンスするのではなく、海外投資に向けられた点を考慮した。

3.2 標準シナリオ（BAU）：1995～2012年

モデルのベンチマーク年（1995年）から京都議定書の約束期間（2008～2012年）までの標準シナリオ（BAU）は付録A（表A2）に掲げられている。表5（日本、BAU）では主要変数について成長率と水準が要約されている。成長率は1995～2012年の18ヵ年に対する平均率、水準は1995～2012年の5ヵ年平均値である点に注意されたい。

標準シナリオを導くに当たって、GDP成長率は2%前後、インフレ率は3%前後になることを目安にして、次のように主要な外生変数を外挿した。すなわち、総労働供給の成長率は1%、実質投資の増加率は2.4%（民間3%、政府1%、在庫0%）と想定し、為替レートは年率2%で減価する（1995年緒の90¥/\$から2010年前後の126¥/\$へ）と想定した。各種パラメータの設定方法については、中国の場合に準じている。

この標準シナリオによれば、1995年のCO₂排出量実績3.13億トン、2008～2012年の5ヵ年平均で3.94億トンになる。甲斐沼[1998, 1999]によれば、2010年における基準排出量の予測値は、AIMを含むエネルギー・モデリング・フォーラム（EMF）参加13チームの間で極めてばらつきが小さく、4億トン弱の前後で安定している。^{注11)}ここでは、エネルギー・労働・資本の間の代替弾力性（ σ_X ）を0.5、エネルギー内の電力・石油・石炭の間の代替弾力性（ σ_E ）を0.5と想定することにより、ほぼ上記の国際値に近い値を得た。

標準シナリオに関する限り、上記代替の弾力性は、実物経済および環境変数にあまりセンシティブでない。例えば、 σ_X を0.5から0.25へとより非代替的な水準に設定した場合、GDP成長率は2.1%から2.0%へ微減し、GDPデフレーター増加率は2.9%から3.2%へ微増する。CO₂排出量の2008～2012年平均の水準は3.94億トンから3.89億トンへとやはり微減するに過ぎない。 σ_E を0.5から0.25へ半減させた場合、その全体への影響はますます小さく、GDP成長率とGDPデフレーター増加率は全く変わらず、CO₂排出量の減少が3.86億トンへと若干多めになる。^{注12)}

表5 炭素税導入のインパクト—主要指標(2008~2012年平均)のBAUからの乖離

	日 本						中 国			
	標準シナリオ(BAU)		炭素税=4000円/Ct		炭素税=53500円/Ct		標準シナリオ(BAU)		炭素税=4000円/Ct	
	成長率(%)	水準	乖離率(%)	水準	乖離率(%)	水準	成長率(%)	水準	乖離率(%)	水準
農業実質総生産額(XS1)	-1.20	121321	-0.06	121242	-0.76	120399	3.10	32142	0.08	32168
軽工業実質総生産額(XS2)	0.90	904721	-0.07	904093	-0.80	897440	6.20	77628	-0.14	77519
電力実質総生産額(XS3)	0.90	201396	-0.79	199805	-8.27	184736	6.50	7889	-2.46	7695
石油ガス実質総生産額(XS4)	0.70	103315	-2.46	100770	-22.84	79713	7.20	11269	-1.12	11143
石炭実質総生産額(XS5)	0.40	13918	-4.88	13239	-36.93	8778	4.50	3468	-7.27	3216
金属化学実質総生産額(XS6)	1.80	1205272	-0.26	1202184	-2.73	1172315	8.80	120786	-0.32	120405
機械実質総生産額(XS7)	2.40	1817186	-0.07	1815933	-0.71	1804281	9.70	88815	-0.16	88672
建築業実質総生産額(XS8)	2.10	1206651	-0.01	1206527	-0.11	1205289	8.00	42576	0.79	42911
サービス実質総生産額(XS9)	2.40	6452421	-0.03	6450755	-0.35	6429580	7.20	91249	-0.19	91076
労働総供給(LS)	1.00	7497	0.00	7497	0.00	7497	1.00	72438	0.00	72438
資本総供給(KS)	1.80	28480868	0.00	28480868	0.00	28480868	10.40	557519	0.00	557519
実質GDP(YR)	2.10	6587933	-0.02	6586286	-0.45	6558433	7.00	169500	-0.09	169347
等価変分(YEV)	2.20	3953700	0.01	3954052	-0.19	3946089	7.20	80662	-0.39	80350
実質民間消費(CR)	2.20	3969884	0.02	3970628	-0.05	3967887	6.50	74187	-0.50	73820
実質政府消費(GR)	2.50	691217	-0.25	689498	-2.31	675235	7.10	19677	-0.11	19654
実質投資(IR)	2.40	2017432	0.00	2017432	0.00	2017432	8.00	76191	0.00	76191
実質輸出(ER)	3.20	763120	-0.15	761987	-1.48	751848	8.50	45500	-0.52	45262
実質輸入(MR)	5.10	853721	-0.05	853259	0.03	853970	9.50	46055	0.33	46206
名目GDP(YN)	5.00	9924539	0.08	9932097	0.57	9981546	8.10	194663	0.26	195164
名目投資(IN)	5.20	3008171	0.08	3010592	0.82	3032745	8.60	80438	0.20	80601
名目貯蓄率(S)	5.10	3151880	0.08	3154458	0.63	3171587	8.10	79903	-0.10	79826
経常収支赤字(F)	2.00	-143713	0.11	-143871	-3.39	-138847	0.00	537	44.84	777
ドル表示経常収支赤字(F\$)	0.00	-106751	0.11	-106871	-3.37	-103150	0.00	537	44.84	777
農業生産物価格(PX1)	6.40	2.69	0.04	2.69	0.47	2.70	6.30	2.60	-0.15	2.60
軽工業生産物価格(PX2)	3.70	1.73	0.12	1.73	1.04	1.75	2.50	1.43	0.07	1.43
電力生産物価格(PX3)	4.40	1.96	1.11	1.98	12.19	2.20	-1.80	0.72	3.46	0.74
石油ガス生産物価格(PX4)	3.40	1.68	-0.42	1.67	-2.87	1.63	-2.10	0.69	0.14	0.69
石炭生産物価格(PX5)	3.50	1.70	0.21	1.71	6.32	1.81	1.50	1.19	0.13	1.20
金属化学生産物価格(PX6)	3.20	1.62	0.35	1.62	3.54	1.67	-0.90	0.83	0.58	0.84
機械生産物価格(PX7)	3.20	1.60	0.09	1.60	0.78	1.61	-1.10	0.81	0.30	0.81
建築業生産物価格(PX8)	2.70	1.46	0.08	1.46	0.99	1.48	0.00	0.96	0.31	0.96
サービス生産物価格(PX9)	2.50	1.42	0.04	1.42	0.47	1.42	1.00	1.12	0.18	1.13
全産業平均賃金(PL)	4.50	829	-0.04	828	-0.56	824	9.90	1.92	-0.10	1.92
全産業平均資本レンタル率(PK)	2.20	0.11	-0.19	0.11	-1.12	0.11	-8.10	0.05	0.00	0.05
為替レート(REX)	2.00	1.35	0.00	1.35	0.00	1.35	0.00	1.00	0.00	1.00
民間消費デフレータ(PC)	2.80	1.48	0.09	1.48	1.00	1.50	1.50	1.25	0.38	1.25
政府消費デフレータ(PG)	2.50	1.42	0.06	1.42	0.45	1.42	1.00	1.12	0.16	1.12
投資デフレータ(PI)	2.80	1.49	0.07	1.49	0.81	1.50	0.50	1.05	0.21	1.05
輸出デフレータ(PE)	3.10	1.57	0.08	1.57	1.10	1.59	0.20	1.00	0.34	1.00
輸入デフレータ(PE)	2.00	1.35	0.00	1.35	0.00	1.35	0.00	1.00	0.00	1.00
GDPデフレータ(PY)	2.90	1.50	0.12	1.51	1.02	1.52	1.10	1.15	0.37	1.15
CO2排出総量(億Ct)	1.60	3.95	-3.91	3.79	-30.62	2.74	4.90	17.63	-6.41	16.50
産業部門CO2排出総量(億Ct)	1.70	3.58	-4.11	3.44	-31.81	2.44	4.30	14.249	-5.84	13.42
家計部門CO2排出総量(億Ct)	1.60	0.36	-1.76	0.36	-18.89	0.30	7.80	3.381	-8.83	3.08
政府炭素税収入(YGG02)	0.00	0.00	0.00	15174	0.00	146519	0.00	0.00	0.00	660

注 価格変数の場合は、1995年=1.0である。水準変数の場合は、日本は億円、中国は億元である。

3.3 炭素税導入のインパクト

炭素税は、中国モデルと同様、産業別・部門別に需要面のコスト増の要因として導入された。しかしながら、炭素税収入については中国モデルと異なり、炭素税収入全額が、家計部門に還付（移転）されると想定されている。従って、炭素税の導入は、供給面ではコスト増によるマイナス効果を、需要面では移転所得から生じる消費増によるプラスの効果を持つ。移転所得から生じる貯蓄増は、実質投資が外生で処理されているため、必ずしも資本蓄積を通じるストック増に帰結しない。物価水準の変動を通じて経済各部門に影響をおよぼすことになる。

このような炭素税導入の枠組みに従って、京都議定書の約束期間である 2008～2012 年の 5 年間、名目で 53500 円/Ct の炭素税を賦課すれば、5 年平均の炭素税排出量水準を 1990 年の 6% 減の水準（2.74 億トン）まで落とすことができる（表 5 第 3 欄を参照）。これは BAU（3.94 億トン）の 30% 減の水準である。この時、実質 GDP の水準は BAU に比べて 0.4% 減少する。円レートは 2% で減価すると外挿されているから、名目 53500 円/Ct の炭素税は名目で約 400 ドル/Ct となる。あるいは、GDP デフレータの伸び率は 2.9% であるから、名目 53500 円/Ct の炭素税は、1995 年価格の実質で 35200 円/Ct（1995 年の為替レートで約 390 ドル/Ct）になる。天野（1997, 表 7-5）の各種モデルによる炭素税シミュレーション結果と比較すれば、上記の結果は、炭素税比率は高めのグループに近い値を、GDP 減少比率は低めのグループに近い値を示している。AIM モデルによれば、2010 年に目標値を達成するのに必要な限界費用（炭素税）は約 240 ドル/Ct（1992 年価格）、GDP ロスは約 0.3% 程度である（甲斐沼（1999）、図 2 と図 7 を参照）。

他の研究と大差ないが、本稿の日本モデルが推計する目標達成時の GDP 減少比率は 0.4% と小さい。実質で 3.0 兆円（1995 年価格）、名目で 5.7 兆円である。対応して、マクロ経済や価格、産業構造に与える効果はあまり大きくならない。

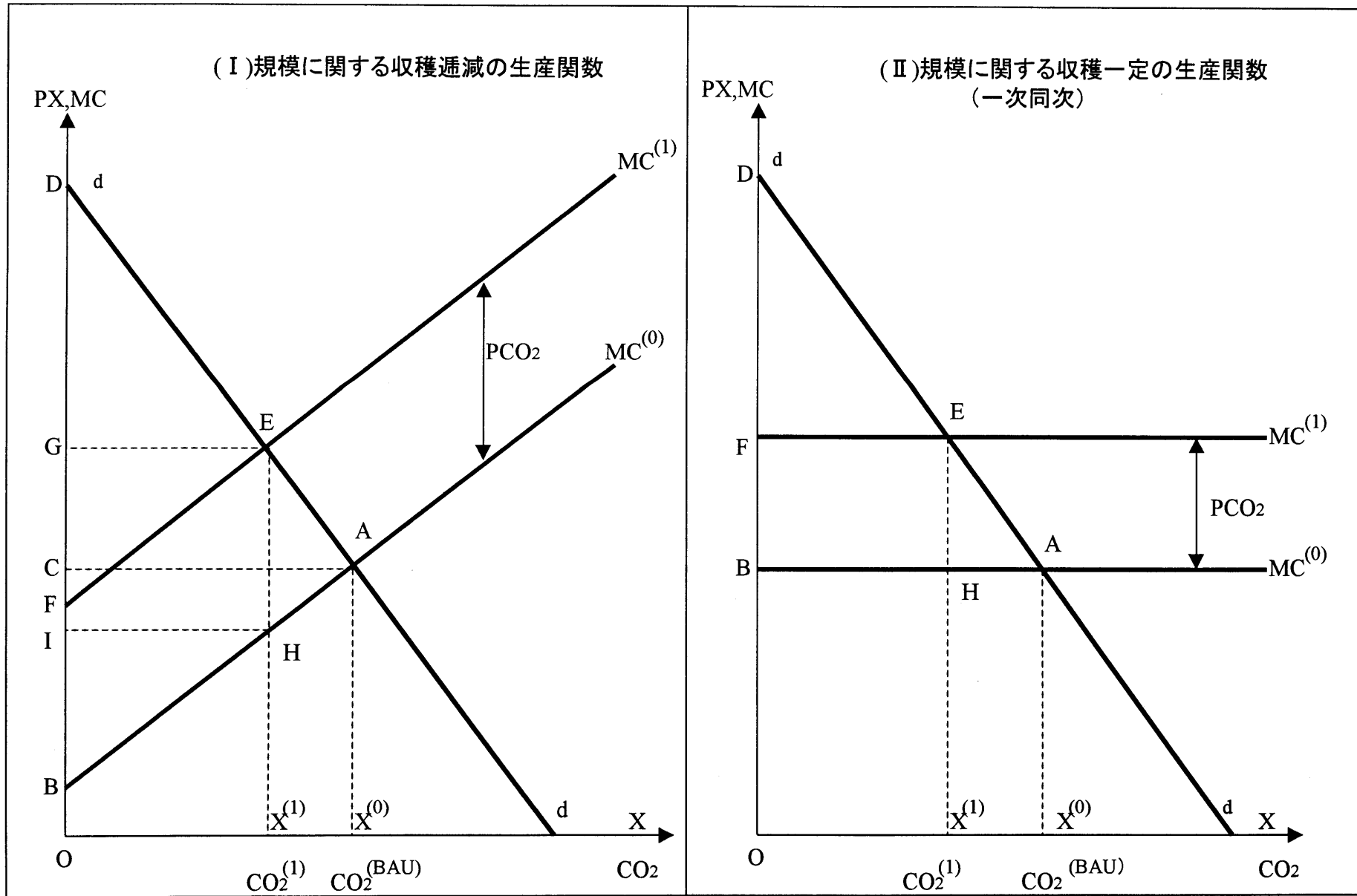
4. 日中 CDM のマクロ経済分析

4.1 炭素税と限界費用

炭素税は CO₂ 排出削減の社会的な限界費用に一致する。エネルギー産業の部分均衡分析に関する図 1 に基づき、この関係を証明しておこう。図 1 では炭素税が供給側にかけられている点に注意されたい。従って、エネルギー産業として、石油産業もしくは石炭産業を考えればよい。

まず、図 1 (I) すなわちエネルギー産業の生産関数が規模に関して収穫逓減であるケースを取上げる。横軸は、エネルギー生産量 (X) およびそれに対応・比例する二酸化炭素排出量 (CO₂) を測る。縦軸は、エネルギー価格およびそれに等しくなるエネルギー産業

図1 限界費用(MC)と炭素税(PCO₂)
—エネルギー産業の部分均衡分析—



の限界費用 (MC) を測る。d-d はエネルギー需要曲線すなわちエネルギー投入に関する他産業の限界生産性および家計の限界効用である。MC⁽⁰⁾は BAU におけるエネルギー産業の限界費用すなわちエネルギー供給曲線を表す。MC⁽²⁾は炭素税 (PCO₂) を賦課したときのエネルギー供給曲線になる。従って、炭素税ゼロの需給均衡 (点 A) により、BAU におけるエネルギー生産量 (X⁽⁰⁾) と二酸化炭素排出量 (CO₂^(BAU)) が決まる。同様に、炭素税 PCO₂ を賦課した時の需給均衡 (点 B) により、減少したエネルギー生産量 (X⁽¹⁾) および削減された CO₂ 排出水準 (CO₂⁽¹⁾) が決まる。

炭素税 PCO₂ (線分 EH に等しい) を賦課することにより (CO₂^(BAU) - CO₂⁽¹⁾) だけ二酸化炭素排出量を削減することができたが、その社会的費用は、炭素税収入を考慮してなおかつ不足する消費者余剰と生産者余剰の減少分 (社会的損失、デッド・ウェイト・ロス) すなわち三角形 AEH の面積である。^{注13)} なぜなら、炭素税をかける前の消費者余剰 (三角形 ADC) と生産者余剰 (三角形 ABC) の合計は三角形 ABD の面積になるが、炭素税をかけた後は、消費者余剰 (三角形 EDG) と生産者余剰 (三角形 HBI) に税収入 (四角形 EHIG) を加えても、三角形 AEH の面積だけ不足するからである。この面積は、CO₂ 排出削減量を横軸、対応する炭素税を縦軸に炭素税曲線を描き、それを横軸方向で積分して得られる。つまり、炭素税は、CO₂ 排出削減の社会的な限界費用に一致する。

本稿の CGE モデルにおける各産業の生産関数は規模に関する収穫不変 (一次同次) を仮定している。この時、エネルギー産業の限界費用は生産規模 (X) に対して一定、つまり横軸に平行な直線になる。従って、炭素税は社会的限界費用に等しいとする上記の証明は、図 1 (II) に基づいてなされねばならない。さらに、図 1 の (I) (II) 共に、エネルギー産業に焦点を当てた部分均衡分析である。本稿の CGE モデルは一般均衡分析であり、炭素税導入と共に賃金・物価の全てが動くのであるが、議論の本質は変わらない。

4.2 限界費用曲線と日中 CDM

図 2 は、縦軸で炭素税を測り、横軸で BAU を基準にした CO₂ 排出削減量を測って、日中両国に関する CO₂ 排出削減の限界費用曲線を描いている。ただし、中国の横軸は日本と逆方向であり、その原点は BAU から測った日本の目標削減量 (1.21 億トン) に置かれている。これは、日中 CDM の 1 つの手段として、目標削減量ゼロの中国と目標削減量 1.21 億トンの日本がどのような条件で CO₂ 排出削減を共同実施できるかを検討するためである。また、中国の限界費用 (炭素税) は、購買力平価で元を円に換算し、円表示で測られている。1995 年の為替レートは 11.55 円/元、購買力平価は 98 円/元である。^{注14)} 標準シナリオにおける GDP デフレーターの上昇率は、1995~2012 年の期間、中国で 1.2%、日本で 1.5% と大差ないため (表 5 参照)、2008~2012 年の購買力平価は 1995 年の値とほぼ同じ (約 100 円/元) であると想定した。

図 2 の日本の限界費用曲線から計算されるように (曲線の下面積を 2 つの三角形と 1

図2 日中CDMのマクロ経済分析

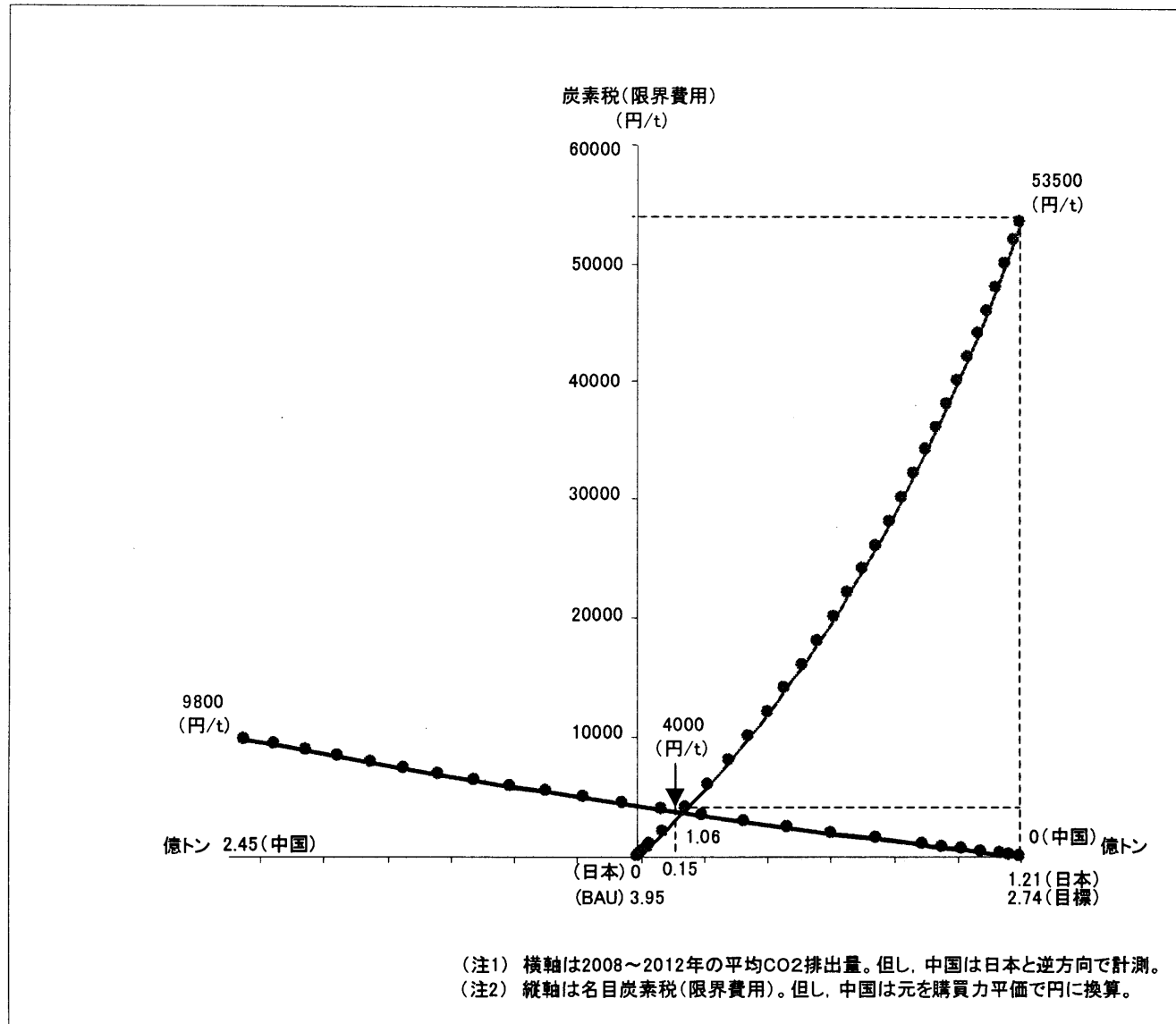
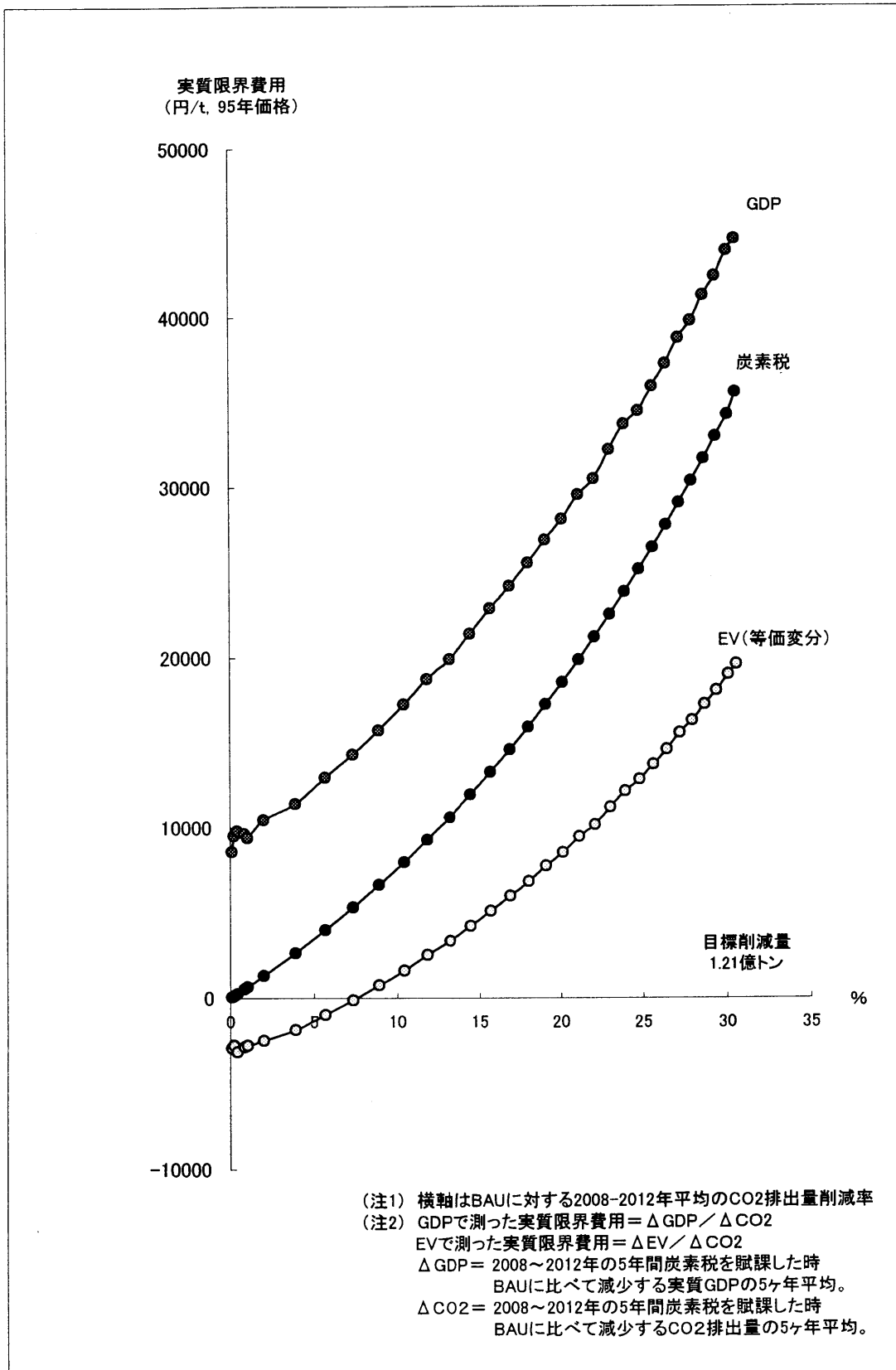


図3 実質限界費用の比較



つの四角形で近似)、排出削減目標 1.21 億トン を炭素税 53500 円/t の賦課により達成する場合、名目で約 3.1 兆円の社会的損失が生じる。これは対名目 GDP 比で 0.3%になる (名目 GDP は 993 兆円)。実質 GDP は上述したように BAU に比べ 0.4%減少する。

同じ目標値 1.21 億トン を中国の炭素税導入による CO₂ 排出削減でまかなうとするならば、両国のコストの合計が最小となる最適点は、中国ではトン当たり約 40 元の炭素税をかけて 5 ヶ年平均で約 1.06 億トン削減し、日本ではトン当たり約 4000 円の炭素税をかけて 5 ヶ年平均で約 0.15 億トン削減することに対応する。

この時、中国で発生する社会的損失は、名目で約 21.2 億元、対名目 GDP 比で 0.01%に過ぎない。実質 GDP は BAU に比べ 0.1%減少する。他方、日本で発生する社会的損失は極めて小さく、名目で約 300 億円、対名目 GDP 比では 0.003%になり、実質 GDP の減少率は対 BAU 比で 0.02%になる。このような共同実施の対価として、日本は中国に対し、毎年、最小限で中国側の直接コスト約 2100 億円 (=4000 円/t x 1.06 億 t ÷ 2、為替レート換算では約 135 億元)、最大限で日本側のコスト削減総額 3.05 兆円 (=4000 円/t x 1.06 億 t + 49500 円/t x 1.06 億 t ÷ 2、為替レート換算では約 1960 億元) を両極端として、その間のどこかの金額で資金を中国に移転する必要がある。どの額に落ち着くのかは政治的決定の領域に属することだと思われるが、恐らく、限界費用を炭素の価格とみなした場合の取引額約 4200 億円 (=4000 円/t x 1.06 億 t、為替レート換算で約 270 億元) が妥当な水準もしくは交渉の基準になるだろう。以上の概算において、2010 年前後の為替レートは 15.6 円/元 (=11.55 円/元 x 1.35) と想定されている (表 5 参照)。

この時、中国は炭素税 40 円/t を課すことになるが、その GDP 成長率の減少は微々たるものである。2008~2012 年平均の CO₂ 排出水準は、そうでない場合 (BAU) の 17.63 億トンから 16.50 億トンへと 6%強減少する。これに付随して、SO₂ の排出水準も同程度減少する。

また、図 3 から推測されるように、(実質) 炭素税の代わりに実質 GDP あるいは等価変分の限界的減少でもって限界費用を評価しても、ほぼ同様の分析ができるであろう。

5. むすび

日中両国で炭素税を導入し CO₂ 排出抑制を実現することは互いの利益であり、先進工業国と開発途上国の間で実施される CDM の 1 つの有効な方策と考えられる。問題はそのインパクトの程度である。

京都議定書の削減目標を日本が単独で実現したとしても、そこで生じる社会的損失 (デッド・ウェイト・ロス) は名目で 3.1 兆円、名目 GDP の 0.3%に過ぎない。炭素税は名目で約 400 ドル/Ct を必要とし、実質 GDP は BAU に比べ 0.4%低下するだけである。エネルギー・モデリング・フォーラム (EMF) に提示されたポスト京都シナリオも多かれ少なかれ同様である。GDP のロス は 0.1~0.5%であるし、限界費用 (炭素税) も 100~

300 ドル程度が提示されている。これを大きいとみるべきか、小さいとみるべきかが問題である。小さいとみれば、京都議定書の削減目標は簡単に達成できそうに見える。大きいとみれば日中CDMは日本にとって利益の大きな手法となる。日中両国の限界費用曲線がクロスする点で日中CDMを実行するならば、中国に生じる社会的損失（デッド・ウェイト・ロス）は、名目で 21 億元、対名目GDP比で 0.01%と、微々たるものである。GDPのロスも 0.1%に過ぎない。1 億トンを超える二酸化炭素削減を微々たるコストと小さな変化で実現することができる。

残る大きな問題は、CDMによる利益の全体（約 2.83 兆円）をいかに両国に配分するかになる。最も妥当な配分は、日中両国の限界費用曲線がクロスするときの炭素税率（4000 円/Ct）を炭素 1 トンの市場価格とみなすことであろう。これは、日本に約 2.62 兆円の利益を、中国に約 0.21 兆円の利益を配分することを意味する。この時、日本は中国に対して約 0.42 兆円（為替レート換算で約 270 億元）の資金移転を行うことが必要になる。

注

1) 「気候変動に関する国際連合枠組み条約」および「京都議定書」については、例えば、環境庁（1998）を参照。

2) 通商産業省環境立地局（1998 年、p.106）参照。

3) 環境庁（京都議定書・国際制度検討会）（1998）を参照。

4) G T A P は Global Trade Analysis Project の略称である。G T A P 代替弾性値については、Hartel(1997, Table 4.1, p.125)もしくは経済企画庁経済研究所（1998）表 2-5 参照。

5) $\sigma_E=0.5$ 、 $\sigma_X=0.5$ の設定は標準シナリオの作成に密接に関係している。次節参照。

6) 江崎・ソン（1997）、金城・江崎（1997）、江崎・金城・顧・斉（1998）、金城（1998）は、本稿の先行モデルである。それらは全て以下の 2 つの特徴を持っている。

7) この貯蓄・投資のバランス式は特定の条件の下で貨幣の需要（ M^d ）と供給（ M^s ）の均衡式に一致する。つまり、 $S+F-I = M^d-M^s$ となる。特定の条件とは、貨幣以外の金融資産（ローン、対外資産など）の需給バランスが、利率率を通じる価格調整ではなく、供給側あるいは需要側の数量調整により自動的に・恒等的に達成されるという条件である。

8) 本質的に同じであるが、炭素税を供給側（エネルギー生産者）にかける方法もあり、一般にこのやり方のモデルが多い。OECDのグリーン・モデルは需要側からのアプローチである。本稿では、産業別・部門別の二酸化炭素排出データを利用したため、需要側のアプローチを採用した。モデルのベンチマークである 1995 年に関する産業別・部門別 CO2 データは、中国国家统计局斉舒暢氏の推計値（江崎他（1998）表 A2）を修正して使用した。1995 年中国産業連関表は公表された延長表（国家统计局（1997））を使用。

9) 中国経済の資本ストック（全経済、各省）の推計については、江崎・孫（1998）、孫・江崎（1999）、Ezaki and Sun（1999）を参照。産業別の資本ストックは、経済全体のそれを各産業の資本所得で比例配分した（各産業の資本収益率を同じと仮定）。

10) 産業別部門別の CO2 排出データは、1995 年の総排出量 3.13 億トン（炭素換算）を、1990 年の産業別部門別 CO2 排出推計（黒田他（1996））で比例配分して概算・推計した。1995 年の産業連関表は延長表を使用。産業別資本ストックは、民間資本粗資本ストック等を利用して、概算・推計した。

11) AIM (Asia-Pacific Integrated Model) は国立環境研究所と京都大学が共同で開発しているモデルである。EMF 参加 13 チームによる附属書 I 各国に対する 2010 年における基準排出量の予測については、甲斐沼（1999）図 1 を参照。

12) その 1 つの理由は、 σ_E が 0.25 場合、 σ_X が 0.5 の場合に比べて、電力の消費が増加し石油の消費が減少すること、つまり、石油が電力に代替し難くなることにある。

13) ここでの消費者余剰は、他産業の限界生産性曲線と家計部門の限界効用曲線を合計した需要関数に基づく広義の概念である点に十分注意されたい。

14) 日中の購買力平価に関するデータは、World Bank, *World Development Report* あるいは UNDP, *Human Development Report* から採られている。

参考文献

1. 天野明弘『地球温暖化の経済学』、日本経済新聞社、1997 年。
2. 宇沢弘文「所得比例の炭素税導入を」（1999 年 6 月 9 日付け「日本経済新聞」、p.31）。
3. 江崎光男・金城盛彦・顧林生・斉舒暢「中国における CO₂・SO₂ 排出削減と環境税 - CGE モデルによるシミュレーション分析 -」、佐野敬夫・中村純（編）『国際産業連関表の作成と利用（IX）』、アジア経済研究所、1998 年 3 月、pp.91-129。
4. 江崎光男・孫林「中国経済の成長会計分析（1981-95 年）」、『国際開発研究府フォーラム』、名古屋大学大学院国際開発研究科、1998 年 7 月、pp.1-16。
5. 江崎光男・レアンソン「ベトナム経済の中長期展望 - 動学的 CGE 分析」、『産業連関：イノベーション & I-O テクニク』、第 7 巻 3 号、1997 年 5 月、pp.4-16。
6. 甲斐沼美紀子「地球温暖化のための政策分析」、『エネルギー電気学会』（近刊）。
7. 甲斐沼美紀子「総合評価モデルによる地球温暖化政策解析：環境政策分析のためのシミュレーション」、『電気学会論文誌 C』、pp.1403-1406。
8. 金城盛彦「地球温暖化対策としての国際協力の費用・便益分析 - 動学的な多部門一般均衡 (CGE) モデル分析による日中協力の経済学的評価」名古屋大学大学院国際開発研究科に提出の博士論文。
9. 金城盛彦・江崎光男「中国経済の動学的 CGE モデルの作成とその応用例」、佐野敬夫・中村純（編）『国際産業連関表の作成と利用（VIII）』、アジア経済研究所、1997 年 3 月、pp.177-212。
10. 黒田昌裕『実証経済学入門』、日本評論社、1984 年。
11. 黒田昌裕・木地孝之・吉岡完治・早見均・和田義和『中国のエネルギー消費と環境問題』、通商産業研究所研究シリーズ 27、1996 年。

12. 黒田昌裕・新保一成「二酸化炭素排出量安定化と経済成長」、宇沢弘文・国則守生（編）『地球温暖化の経済分析』、東京大学出版会、1993年、pp.167-196。
13. 環境庁『京都議定書と私たちの挑戦—「気候変動に関する国際連合枠組条約」に基づく第2回日本報告書』、大蔵省印刷局、1998年。
14. 環境庁（京都議定書・国際制度検討会）「京都議定書・国際制度検討会中間報告書」、1998年4月（産業技術会議『産業と地球環境（1999年版）』1999年所収、pp.155-178）。
15. 経済企画庁経済研究所（編）「応用一般均衡モデルによる貿易・投資自由化と環境政策の評価」、『経済分析』、第156号、1998年3月。
16. 国家統計局国民経済核算司『1995年度中国投入産出表』、中国統計出版社、1997年。
17. 佐和隆光『地球温暖化を防ぐ—20世紀型経済システムの転換』岩波書店、1997年。
18. 孫林・江崎光男「中国の地域格差と生産性（TFP）」、1999年『国際開発研究府フォーラム』、名古屋大学大学院国際開発研究科（近刊）。
19. 永田豊・山地憲治・櫻井紀久「課徴金によるCO₂抑制効果と経済的影響の分析」、電力中央研究所報告・研究報告：Y91002、1991年8月。
20. 通商産業省環境立地局（監修）『環境総覧1999』、通産資料調査会、1998年。
21. 山中唯義（編）『CO₂・リサイクル対策総覧（技術編）』、（株）マイガイア、1998年。
22. 李志東『中国の環境保護システム』、東洋経済、1999年。
23. Akita, Jiro and Takamitsu Sawa, “The Optimal Timing of CO₂ Emission Reduction and its Implementation by Tax and Subsidy,” CREST Working Paper No.1, Japan Science and Technology Corporation, August 1997.
24. Ezaki, Mitsuo, Morihiko Kinjo, Linsheng Gu, and Shuchang Qi, “Reducing CO₂/SO₂ Emissions by Environmental Tax in China: A CGE Simulation Analysis,” CREST Working Paper No.11, Japan Science and Technology Corporation, March 1998.
25. Ezaki, Mitsuo and Lin Sun, “Growth Accounting of China for National, Regional, and Provincial Economies: 1981-1995,” 1999 (forthcoming in *Asia Economics Journal*).
26. Kainuma, Mikiko, Yuzuru Matsuoka and Tsuneyuki Morita, “Analysis of Post-Kyoto Scenarios: The Asian-Pacific Integrated Model,” *The Energy Journal*, Kyoto Special Issue, 1999, pp.207-220.
27. Koppel, Jonathan, and Hiro Lee, “The Framework Convention and Climate Change Policy in Asia,” in R. Mendelsohn and D. Shaw (eds.), *The Economics of Pollution Control in the Asia Pacific*, UK: Edward Elgar Publishing Company, 1996, pp.26-59.
28. Mori, Shunsuke, et al., *Society in 2050: Choice for Global Sustainability*, Tokyo: Maruzen Planet Co., Ltd., 1998.
29. Thomas W. Hartel, *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*, Cambridge University Press, 1997.
30. Zhang, Zhong Xiang, “Macroeconomic Effects of CO₂ Emission Limits: A Computable General Equilibrium Analysis for China,” *Journal of Policy Modeling*, 20(2), pp.213-250.

付録A 標準シナリオ(BAU) : 1995~2012年

表A1 中国モデル

BAUシナリオ($P_{CO_2} = 0.0, \sigma_E = 0.5, \sigma_X = 0.5$)									
YEAR		1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
NIT	(反復回数)	113	343	398	419	431	450	426	409
EPS	(収束条件)	1E-13	1E-13	1E-13	1E-13	1E-13	1E-13	1E-13	1E-13
W*L	(労働市場)	0	-0.3	-0.2	-0.6	-0.7	-1	-1.7	-0.9
R*K	(資本市場)	-0.2	0	0	0	0	0	0	0
PX ₁ *X ₁	(農業)	0.1	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4
PX ₂ *X ₂	(軽工業)	0	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3
PX ₃ *X ₃	(電力)	0	0	0	0	0	0	0	0
PX ₄ *X ₄	(石油ガス)	0	0	0	0	0	0	0	0
PX ₅ *X ₅	(石炭)	0	0	0	0	0	0	0	0
PX ₆ *X ₆	(金属化学)	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
PX ₇ *X ₇	(機械)	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.1
PX ₈ *X ₈	(建設業)	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.1
PX ₉ *X ₉	(サービス)	0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
S+F-I	(貯蓄投資)	-0.1	-0.5	0	0.7	1.1	1.4	1.5	1.7
ER*\$	(為替市場)	0	0	0	0	0	0	0	0
	平均成長率	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
1 XS1		20341	23763	27646	30265	31183	32122	33081	34060
2 XS2		0.062	30308	46079	61217	70822	74153	81030	84581
3 XS3		0.065	2934	4609	6246	7228	7557	7887	8219
4 XS4		0.072	3755	6219	8741	10255	10761	11268	11775
5 XS5		0.045	1726	2417	2985	3284	3378	3470	3560
6 XS6		0.088	32432	57531	86603	106347	113346	120563	128003
7 XS7		0.097	20739	39138	61814	77401	82935	88641	94521
8 XS8		0.08	13402	19744	28941	36365	39236	42332	45672
9 XS9		0.072	30908	49076	69217	82162	86627	91170	95792
10 LD1		-0.007	33018	30773	29869	29578	29496	29418	29340
11 LD2		0.013	2726	2989	3140	3232	3264	3298	3333
12 LD3		0.005	258	278	282	281	281	280	279
13 LD4		0.008	292	329	338	337	336	335	334
14 LD5		0.012	681	767	807	819	822	825	827
15 LD6		0.008	4299	4819	4969	4962	4949	4931	4910
16 LD7		0.01	2737	3184	3315	3315	3306	3293	3278
17 LD8		0.026	3322	3555	4067	4461	4608	4764	4929
18 LD9		0.034	15055	18876	22129	24019	24651	25286	25924
19 KD1		0.101	8352	15463	24983	31982	34556	37260	40098
20 KD2		0.098	17265	30659	47712	61126	66306	71895	77930
21 KD3		0.091	4534	7974	12125	15151	16272	17456	18709
22 KD4		0.095	4881	8819	13727	17235	18519	19868	21285
23 KD5		0.098	1276	2300	3631	4630	5003	5399	5820
24 KD6		0.079	22252	37797	54135	64933	68732	72639	76659
25 KD7		0.098	13369	24669	39123	49416	53153	57054	61128
26 KD8		0.108	7313	12554	20578	27879	30875	34206	37909
27 KD9		0.119	42925	82049	143690	195589	216063	238359	262634
28 LS		0.01	62388	65570	68915	71003	71713	72431	73155
29 LSN		0.025	29370	34797	39046	41426	42217	43013	43815
30 LDN		0.025	29370	34797	39046	41426	42217	43013	43815
31 KS		0.104	122168	222282	359705	467940	509479	554137	602172
32 KET		0.104	122167	222282	359705	467940	509479	554137	602172
33 KDT		0.104	122167	222282	359705	467940	509479	554137	602172
34 CR		0.065	28338	40469	55356	65997	69891	73979	78275
35 GR		0.071	6691	10713	15132	17853	18764	19677	20589
36 IR		0.08	23877	35083	51549	64936	70131	75742	81801
37 ER		0.085	12727	21752	32488	39954	42628	45400	48272
38 MR		0.095	12185	15981	25977	36177	40521	45427	50959
39 YR		0.07	59447	92037	128548	152563	160894	169371	177978
40 YR1		0.03	12158	14102	16335	17858	18394	18944	19506
41 YR2		0.062	7915	12055	16024	18541	19414	20305	21215
42 YR3		0.073	1422	2362	3321	3912	4112	4314	4517
43 YR4		0.081	1534	2683	3935	4715	4979	5246	5514
44 YR5		0.042	763	1050	1276	1391	1427	1462	1495
45 YR6		0.097	9261	17393	27220	34058	36506	39039	41662
46 YR7		0.099	5459	10427	16635	20934	22465	24046	25677
47 YR8		0.08	3893	5740	8418	10584	11422	12327	13303
48 YR9		0.071	17044	26912	37777	44709	47091	49509	51964
49 YEY		0.072	28338	40680	56854	69718	74731	80176	86106

表A1(続き)

	平均成長率	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
50 PX1	0.063	1.000	1.508	2.047	2.378	2.490	2.604	2.718	2.834
51 PX2	0.025	1.000	1.069	1.228	1.342	1.382	1.424	1.467	1.511
52 PX3	-0.018	1.000	0.780	0.714	0.709	0.711	0.716	0.722	0.730
53 PX4	-0.021	1.000	0.778	0.699	0.688	0.688	0.691	0.695	0.701
54 PX5	0.015	1.000	0.958	1.033	1.118	1.153	1.191	1.233	1.278
55 PX6	-0.009	1.000	0.825	0.797	0.811	0.819	0.829	0.840	0.853
56 PX7	-0.011	1.000	0.836	0.792	0.798	0.803	0.810	0.819	0.829
57 PX8	0.000	1.000	0.883	0.890	0.923	0.938	0.954	0.972	0.992
58 PX9	0.010	1.000	0.948	0.995	1.062	1.090	1.121	1.155	1.192
59 PL1	0.127	0.309	0.723	1.277	1.686	1.837	1.997	2.166	2.344
60 PL2	0.080	0.726	1.066	1.566	1.973	2.131	2.302	2.486	2.685
61 PL3	0.080	0.794	1.166	1.713	2.158	2.331	2.518	2.719	2.936
62 PL4	0.080	0.724	1.064	1.564	1.970	2.127	2.297	2.481	2.680
63 PL5	0.080	0.725	1.065	1.565	1.972	2.130	2.300	2.484	2.683
64 PL6	0.080	0.726	1.066	1.567	1.973	2.131	2.302	2.486	2.685
65 PL7	0.080	0.726	1.066	1.567	1.974	2.132	2.302	2.487	2.686
66 PL8	0.080	0.628	0.922	1.355	1.707	1.844	1.991	2.151	2.323
67 PL9	0.080	0.506	0.743	1.092	1.376	1.486	1.605	1.733	1.872
68 PK1	-0.084	0.194	0.115	0.074	0.058	0.054	0.050	0.047	0.044
69 PK2	-0.081	0.194	0.109	0.073	0.059	0.056	0.052	0.049	0.046
70 PK3	-0.085	0.194	0.107	0.070	0.056	0.053	0.049	0.046	0.043
71 PK4	-0.085	0.194	0.111	0.071	0.056	0.053	0.049	0.046	0.043
72 PK5	-0.083	0.195	0.112	0.073	0.058	0.054	0.051	0.047	0.044
73 PK6	-0.090	0.194	0.101	0.065	0.052	0.048	0.045	0.042	0.039
74 PK7	-0.085	0.194	0.114	0.072	0.057	0.053	0.049	0.046	0.043
75 PK8	-0.075	0.194	0.111	0.079	0.066	0.062	0.058	0.055	0.051
76 PK9	-0.077	0.194	0.123	0.081	0.065	0.060	0.056	0.053	0.049
77 PLT	0.099	0.447	0.805	1.277	1.636	1.771	1.915	2.069	2.233
78 PLN	0.078	0.603	0.877	1.277	1.600	1.725	1.859	2.004	2.161
79 PKT	-0.081	0.194	0.114	0.075	0.060	0.056	0.053	0.049	0.046
80 REX	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
81 PC	0.015	1.000	1.059	1.140	1.201	1.223	1.246	1.270	1.295
82 PG	0.010	1.000	0.950	0.996	1.060	1.087	1.116	1.149	1.184
83 PI	0.005	1.000	0.930	0.965	1.012	1.030	1.051	1.073	1.096
84 PE	0.002	1.000	0.933	0.944	0.971	0.984	0.997	1.012	1.029
85 PM	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
86 PY	0.011	1.000	0.977	1.031	1.091	1.116	1.143	1.173	1.205
87 YN	0.081	59450	89947	132593	166477	179527	193578	208713	225022
88 IN	0.086	23878	32610	49730	65684	72269	79604	87771	96863
89 S	0.081	24420	36928	54414	68320	73679	79453	85676	92386
90 F	0.000	-542	-4318	-4684	-2634	-1409	152	2096	4479
91 F\$	0.000	-542	-4318	-4684	-2634	-1409	152	2096	4479
92 M2D	0.081	60727	91879	135442	170053	183383	197736	213197	229856
93 M2S	0.081	60727	91880	135441	170052	183382	197735	213195	229854
94 SYR1	-0.039	0.205	0.152	0.125	0.114	0.111	0.108	0.106	0.103
95 SYR2	-0.009	0.133	0.130	0.122	0.118	0.117	0.116	0.115	0.114
96 SYR3	0.001	0.024	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.024	0.024
97 SYR4	0.008	0.026	0.029	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
98 SYR5	-0.029	0.013	0.011	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.008
99 SYR6	0.023	0.156	0.188	0.208	0.217	0.220	0.223	0.225	0.228
100 SYR7	0.025	0.092	0.112	0.127	0.134	0.135	0.137	0.139	0.140
101 SYR8	0.007	0.065	0.062	0.064	0.068	0.069	0.070	0.072	0.074
102 SYR9	-0.001	0.287	0.290	0.289	0.285	0.284	0.283	0.281	0.280
103 CO2I	0.043	7.292	10.043	12.288	13.488	13.873	14.253	14.628	15.001
104 CO2H	0.078	1.037	1.756	2.541	3.038	3.207	3.379	3.553	3.730
105 CO2T	0.049	8.329	11.800	14.829	16.526	17.080	17.632	18.181	18.730
106 PCO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
107 RRCO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
108 SOXI	0.043	0.203	0.280	0.342	0.375	0.386	0.397	0.407	0.418
109 SOXH	0.078	0.029	0.049	0.071	0.085	0.089	0.094	0.099	0.104
110 SOXT	0.049	0.232	0.328	0.413	0.460	0.475	0.491	0.506	0.521
111 PSOX	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
112 RRSO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
113 XEI	0.058	7550.687	11327.259	14890.205	16977.664	17672.572	18368.984	19068.008	19770.699
114 AEI	-0.015	0.048	0.046	0.042	0.040	0.039	0.039	0.038	0.037
115 YGCO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
116 YGSO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表A2 日本モデル

BAUシナリオ($P_{CO_2} = 0.0, \sigma_E = 0.5, \sigma_X = 0.5$)									
YEAR		1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
NIT	(反復回数)	336	644	633	619	617	611	602	605
EPS	(収束条件)	1E-14	1E-14	1E-14	1E-14	1E-14	1E-14	1E-14	1E-14
W*L	(労働市場)	4.6	5.6	6.5	8.2	7.9	8	9.4	8.5
R*K	(資本市場)	-0.2	0	-0.1	-0.1	0.2	-0.2	0.1	0.1
PX ₁ *X ₁	(農業)	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
PX ₂ *X ₂	(軽工業)	1.4	1.7	2	2.1	2.2	2.3	2.5	2.3
PX ₃ *X ₃	(電力)	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8
PX ₄ *X ₄	(石油ガス)	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
PX ₅ *X ₅	(石炭)	0	0	0	0	0	0	0	0
PX ₆ *X ₆	(金属化学)	1.7	2.2	2.7	3	3.2	3.3	3.6	3.3
PX ₇ *X ₇	(機械)	2	2.7	3.4	3.9	3.9	4.2	4.6	4.3
PX ₈ *X ₈	(建設業)	2.3	2.7	3.3	3.9	3.9	4.2	4.6	4.3
PX ₉ *X ₉	(サービス)	10.5	13.7	17.3	20.4	20.6	22	24.6	22.8
S+F-I	(貯蓄投資)	-2.6	-3.7	-4.3	-4.5	-4.3	-4.5	-5	-4.5
ER*\$	(為替市場)	0	0	0	0	0	0	0	0
	平均成長率	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
1 XS1	-0.012	152797	120852	116507	118949	120057	121252	122515	123832
2 XS2	0.009	796840	802166	844070	879068	891599	904447	917567	930923
3 XS3	0.009	179683	164781	179801	192159	196620	201239	206015	210947
4 XS4	0.007	95705	87399	92932	98771	100950	103225	105590	108041
5 XS5	0.004	13337	12945	13356	13684	13798	13916	14035	14157
6 XS6	0.018	927794	984098	1088994	1157063	1180662	1204757	1229368	1254509
7 XS7	0.024	1282310	1413225	1605783	1729359	1772275	1816164	1861077	1907056
8 XS8	0.021	883622	980089	1086027	1156186	1180779	1206002	1231874	1258414
9 XS9	0.024	4493913	5303655	5856766	6205297	6326262	6449793	6575955	6704797
10 LD1	0.000	117	119	117	117	116	116	116	116
11 LD2	0.003	389	387	392	398	400	402	404	406
12 LD3	0.009	51	54	56	57	58	58	59	59
13 LD4	0.000	8	8	8	8	8	8	8	8
14 LD5	0.000	4	4	4	4	4	4	4	4
15 LD6	0.008	409	445	457	463	465	467	469	470
16 LD7	0.014	564	632	668	688	694	701	707	714
17 LD8	0.008	666	654	697	725	735	745	755	765
18 LD9	0.011	4249	4483	4733	4889	4942	4996	5050	5105
19 KD1	-0.035	2440363	1406583	1278227	1294152	1304412	1316164	1329083	1342940
20 KD2	0.007	1515884	1469586	1537768	1604613	1629918	1656450	1684093	1712757
21 KD3	0.000	1935662	1595845	1695604	1791185	1826155	1862515	1900231	1939291
22 KD4	-0.014	269420	194594	191710	198627	201549	204695	208037	211554
23 KD5	-0.004	42585	36392	37375	38427	38812	39211	39624	40050
24 KD6	0.006	3016307	2787713	3000165	3141572	3190821	3241301	3293099	3346286
25 KD7	0.013	3176780	3048829	3388090	3609602	3686703	3765754	3846916	3930325
26 KD8	0.039	833564	1198777	1350420	1450353	1486119	1523222	1561720	1601667
27 KD9	0.036	8517183	11813748	13302370	14204873	14523351	14852083	15191619	15542408
28 LS	0.010	6457	6786	7133	7349	7422	7496	7571	7647
29 LET	0.010	6457	6786	7133	7349	7422	7496	7571	7647
30 LDT	0.009	6458	6769	7092	7296	7366	7436	7507	7579
31 KS	0.018	21747750	23552068	25781731	27333405	27887838	28461396	29054421	29667277
32 KET	0.018	21747748	23552068	25781730	27333404	27887840	28461394	29054422	29667278
33 KDT	0.018	21747748	23552068	25781730	27333404	27887840	28461394	29054422	29667278
34 CR	0.022	2843818	3231172	3574658	3804174	3884885	3967728	4052728	4139907
35 GR	0.025	469520	570930	629788	665781	678237	690950	703930	717187
36 IR	0.024	1414957	1588910	1787999	1921103	1967949	2016095	2065577	2116437
37 ER	0.032	472703	555930	653330	716901	739304	762395	786212	810791
38 MR	0.051	401708	517738	666868	772526	811177	851719	894263	938920
39 YR	0.021	4799290	5429204	5978907	6335433	6459198	6585448	6714185	6845400
40 YR1	-0.013	93387	73346	70539	71982	72643	73359	74116	74905
41 YR2	0.009	326369	329951	347190	361474	366586	371825	377175	382619
42 YR3	0.008	112593	100492	109553	117148	119895	122742	125688	128733
43 YR4	0.007	55189	49439	52680	56249	57589	58992	60454	61973
44 YR5	-0.002	3975	3666	3706	3752	3768	3785	3801	3818
45 YR6	0.019	360511	384097	426771	454182	463672	473359	483251	493356
46 YR7	0.024	446354	493120	560942	604342	619408	634813	650577	666715
47 YR8	0.021	441275	492231	545309	580284	592530	605086	617960	631161
48 YR9	0.024	3108353	3684503	4069017	4310171	4393799	4479174	4566346	4655348
49 YEV	0.022	2843818	3214632	3555978	3786796	3868073	3951519	4037145	4124968

表A2(続き)

	平均成長率	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
50 PX1	0.064	1.002	1.726	2.256	2.514	2.600	2.686	2.774	2.864
51 PX2	0.037	1.000	1.212	1.458	1.615	1.671	1.727	1.786	1.846
52 PX3	0.044	0.998	1.440	1.703	1.855	1.908	1.961	2.016	2.071
53 PX4	0.034	0.997	1.283	1.494	1.606	1.644	1.681	1.719	1.758
54 PX5	0.035	1.007	1.233	1.453	1.598	1.649	1.702	1.757	1.813
55 PX6	0.032	1.000	1.209	1.395	1.522	1.568	1.614	1.662	1.712
56 PX7	0.032	1.000	1.184	1.370	1.500	1.546	1.594	1.644	1.695
57 PX8	0.027	1.001	1.035	1.224	1.360	1.409	1.460	1.512	1.567
58 PX9	0.025	1.000	0.994	1.178	1.314	1.364	1.415	1.468	1.524
59 PL1	0.045	145	171	216	251	264	277	292	307
60 PL2	0.045	312	369	467	542	570	599	630	663
61 PL3	0.045	876	1034	1310	1520	1598	1680	1767	1858
62 PL4	0.045	723	854	1082	1255	1320	1388	1459	1535
63 PL5	0.045	831	982	1244	1443	1517	1595	1678	1764
64 PL6	0.045	462	545	690	801	842	886	931	979
65 PL7	0.045	432	510	646	749	788	828	871	916
66 PL8	0.045	423	500	633	734	772	812	854	898
67 PL9	0.045	467	552	699	811	852	896	942	991
68 PK1	0.120	0.016	0.058	0.085	0.096	0.099	0.102	0.105	0.108
69 PK2	0.036	0.061	0.077	0.091	0.100	0.102	0.105	0.108	0.111
70 PK3	0.064	0.039	0.076	0.093	0.101	0.104	0.107	0.110	0.113
71 PK4	0.075	0.033	0.068	0.089	0.099	0.102	0.105	0.108	0.111
72 PK5	0.053	0.045	0.075	0.089	0.097	0.099	0.102	0.105	0.108
73 PK6	0.050	0.049	0.080	0.092	0.100	0.102	0.105	0.108	0.111
74 PK7	0.048	0.051	0.082	0.094	0.102	0.105	0.108	0.111	0.114
75 PK8	-0.016	0.153	0.084	0.096	0.104	0.107	0.110	0.113	0.116
76 PK9	-0.005	0.125	0.085	0.095	0.103	0.106	0.109	0.112	0.115
77 PL	0.045	431	509	644	748	786	826	869	914
78 PK	0.022	0.079	0.081	0.094	0.102	0.105	0.108	0.110	0.113
79 REX	0.020	1.000	1.104	1.219	1.294	1.319	1.346	1.373	1.400
80 PC	0.028	1.000	1.051	1.242	1.380	1.429	1.479	1.532	1.587
81 PG	0.025	1.000	0.996	1.178	1.314	1.363	1.414	1.466	1.521
82 PI	0.028	1.000	1.072	1.257	1.390	1.438	1.487	1.538	1.591
83 PE	0.031	1.000	1.151	1.339	1.471	1.518	1.566	1.617	1.669
84 PM	0.020	1.000	1.104	1.219	1.294	1.319	1.346	1.373	1.400
85 PY	0.029	1.000	1.057	1.253	1.397	1.448	1.502	1.558	1.616
86 YN	0.050	4800488	5736566	7493444	8848107	9355279	9892649	10461878	11064781
87 IN	0.052	1415565	1702747	2248396	2670575	2829258	2997761	3176662	3366601
88 S	0.051	1520909	1819300	2378124	2809198	2970631	3141701	3322941	3514930
89 F	0.020	-105346	-116557	-129732	-138627	-141377	-143945	-146283	-148333
90 F\$	0.000	-105346	-105569	-106426	-107163	-107146	-106953	-106559	-105934
91 YTR	0.050	145246	173239	226336	267334	282689	298959	316196	334454
92 FY	0.071	34320	48361	68146	83716	89660	96026	102844	110146
93 M2D	0.050	5360294	6405532	8367288	9879924	10446240	11046274	11681884	12355094
94 M2S	0.050	5360296	6405535	8367292	9879928	10446244	11046278	11681888	12355098
95 IPN	0.059	943387	1181415	1603372	1934235	2059506	2193020	2335293	2486888
96 IGN	0.037	465832	513818	636340	726850	759976	794670	830995	869025
97 JN	0.031	6346	7514	8684	9490	9776	10071	10375	10687
98 IPR	0.030	943064	1093270	1267399	1384921	1426469	1469263	1513341	1558741
99 IGR	0.010	465548	489296	514255	529837	535135	540487	545892	551351
100 JR	0.000	6345	6345	6345	6345	6345	6345	6345	6345
101 PIP	0.028	1.000	1.081	1.265	1.397	1.444	1.493	1.543	1.595
102 PIG	0.027	1.001	1.050	1.237	1.372	1.420	1.470	1.522	1.576
103 PJ	0.031	1.000	1.184	1.369	1.496	1.541	1.587	1.635	1.684
104 CO2I	0.017	2.828	2.956	3.229	3.433	3.506	3.581	3.658	3.737
105 CO2H	0.016	0.296	0.275	0.311	0.341	0.352	0.364	0.376	0.388
106 CO2T	0.016	3.124	3.230	3.539	3.774	3.858	3.945	4.034	4.126
107 PCO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
108 SO2T	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
109 XEI	0.000	0	239242	256961	272238	277762	283474	289365	295429
110 AEI	0.000	0.000	0.025	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
111 YCO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 B1 中国環境 CGE モデル：方程式体系

価格恒等式

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & PM_i = \overline{PM}_i \cdot (1 + \overline{tm}_i) \cdot ER \\
 (2) \quad & PE\$_i = PX_i \cdot (1 + \overline{te}_i) / ER \\
 (3) \quad & P_i = (PX_i \cdot D_i + PM_i \cdot M_i) / Q_i \\
 & \text{where } Q_i = \overline{B}_i \cdot \left\{ \beta_i \cdot M_i^{\rho_{Q_i}} + (1 - \beta_i) \cdot D_i^{\rho_{Q_i}} \right\}^{1/\rho_{Q_i}} \\
 & \sigma_{Q_i} = 1/(1 - \rho_{Q_i}), \quad \rho_{Q_i} < 1 \\
 (4) \quad & PN_i = PX_i - \sum_{j=3,4,5} P_j \cdot \overline{a}_{ji} - PX_i \cdot \overline{td}_i
 \end{aligned}$$

生産関数

$$\begin{aligned}
 (5) \quad & X_i^S = \overline{A}_i \cdot \left\{ \alpha_{Ei} \cdot Q_{Ei}^{\rho_{X_i}} + \alpha_{Li} \cdot L_i^{\rho_{X_i}} + \alpha_{Ki} \cdot \overline{K}_i^{\rho_{X_i}} \right\}^{1/\rho_{X_i}} \\
 & \text{where } \alpha_{Ei} + \alpha_{Li} + \alpha_{Ki} = 1 \quad \sigma_{X_i} = 1/(1 - \rho_{X_i}), \quad \rho_{X_i} < 1
 \end{aligned}$$

エネルギー需要

$$\begin{aligned}
 (6) \quad & Q_{Ei} = \overline{A}_i^{\rho_{X_i} \cdot \sigma_{X_i}} \cdot (\alpha_{Ei} \cdot PN_i / P_{Ei})^{\sigma_{X_i}} \cdot X_i^S \\
 (7) \quad & P_{Ei} = \overline{B}_{Ei}^{-1} \cdot \left\{ \sum_{j=3}^5 \delta_{Eji}^{\sigma_{Ei}} \cdot (P_{ji}^*)^{-\rho_{Ei} \sigma_{Ei}} \right\}^{-1/\rho_{Ei} \sigma_{Ei}} \quad (j=3,4,5) \\
 (8) \quad & P_{ji}^* = P_j + \overline{P}_{CO2} \cdot \overline{r}_{CO2,ji} + \overline{P}_{SO2} \cdot \overline{r}_{SO2,ji} \quad (j=3,4,5) \\
 (9) \quad & a_{Ei} = \overline{A}_i^{\rho_{X_i} \cdot \sigma_{X_i}} \cdot (\alpha_{Ei} \cdot PN_i / P_{Ei})^{\sigma_{X_i}} \\
 (10) \quad & a_{ji}^* = \overline{B}_{Ei}^{\rho_{Ei} \sigma_{Ei}} \cdot (\delta_{Eji} \cdot \frac{P_{Ei}}{P_{ji}^*})^{\sigma_{Ei}} \cdot a_{Ei} \quad (j=3,4,5)
 \end{aligned}$$

where $a_{Ei} = Q_{Ei} / X_i$, $a_{3i}^* = Q_{3i} / X_i$, $a_{4i}^* = Q_{4i} / X_i$, $a_{5i}^* = Q_{5i} / X_i$

$$\begin{aligned}
 Q_{Ei} &= \overline{B}_{Ei} \cdot \{ \delta_{E3i} \cdot Q_{3i}^{\rho_{Ei}} + \delta_{E4i} \cdot Q_{4i}^{\rho_{Ei}} + \delta_{E5i} \cdot Q_{5i}^{\rho_{Ei}} \}^{1/\rho_{Ei}} \\
 a_{Ei} &= \overline{B}_{Ei} \cdot \{ \delta_{E3i} \cdot (a_{3i}^E)^{\rho_{Ei}} + \delta_{E4i} \cdot (a_{4i}^E)^{\rho_{Ei}} + \delta_{E5i} \cdot (a_{5i}^E)^{\rho_{Ei}} \}^{1/\rho_{Ei}} \\
 P_{Ei} \cdot Q_{Ei} &= P_{3i}^* \cdot Q_{3i} + P_{4i}^* \cdot Q_{4i} + P_{5i}^* \cdot Q_{5i} \\
 P_{Ei} \cdot a_{Ei} &= P_{3i}^* \cdot a_{3i}^* + P_{4i}^* \cdot a_{4i}^* + P_{5i}^* \cdot a_{5i}^*
 \end{aligned}$$

労働市場の需給均衡

$$\begin{aligned}
 (11) \quad & L_i = \overline{A}_i^{\rho_{X_i} \cdot \sigma_{X_i}} \cdot (\alpha_i \cdot PN_i / W_i)^{\sigma_{X_i}} \cdot X_i^S \quad \text{and } W_i = \overline{W}_i \quad (i = 2 \dots 9) \\
 (12) \quad & L_1 = \overline{L}^S - \sum_{i=2}^9 L_i \\
 (13) \quad & W_1 = \overline{A}_1^{\rho_{X_1}} \cdot \alpha_{K1} \cdot PN_1 \cdot (X_1^S / L_1)^{(1 - \rho_{X_1})} \\
 (14) \quad & W = \sum W_i L_i / \overline{L}^S
 \end{aligned}$$

資本市場の需給均衡

$$(15) \quad K_i = \bar{K}_i$$

$$(16) \quad R_i = \bar{A}_i^{\rho_{X_i}} \cdot \alpha_{K_i} \cdot PN_i \cdot (X_i^S / K_i)^{1-\rho_{X_i}}$$

$$(17) \quad R = \sum R_i \cdot K_i / \bar{K}^S \quad (\bar{K}^S = \sum \bar{K}_i)$$

分配所得と貯蓄

$$(18) \quad Y_P = (1 - \bar{t}_{Y_L}) \cdot W \cdot \bar{L}^S + (1 - \bar{t}_{Y_K}) \cdot R \cdot \bar{K}^S$$

$$(19) \quad Y_G = \bar{t}_{Y_L} \cdot W \cdot \bar{L}^S + \bar{t}_{Y_K} \cdot R \cdot \bar{K}^S + \sum \bar{t}_{d_i} \cdot PX_i \cdot X_i^S \\ + \sum \bar{t}_{m_i} \cdot \overline{PM}\$i \cdot ER \cdot M_i + \sum \bar{t}_{e_i} \cdot PX_i \cdot E_i$$

$$(20) \quad S = \bar{s}_P \cdot Y_P + \bar{s}_G \cdot Y_G$$

家計部門実質消費支出

$$(21) \quad C_j = \gamma_j \cdot (1 - \bar{s}_P) \cdot Y_P / P_j \quad (j = 3, 4, 5)$$

$$(22) \quad C_j = \bar{B}_{EC}^{\rho_E \sigma_E} \cdot \left(\frac{\delta_{ECj} \cdot P_{EC}}{P_j^*} \right)^{\sigma_E} \cdot C_E \quad (j = 3, 4, 5)$$

$$(23) \quad P_j^* = P_j + \bar{P}_{CO2} \cdot \bar{r}_{CO2,j} + \bar{P}_{SO2} \cdot \bar{r}_{SO2,j} \quad (j = 3, 4, 5)$$

$$(24) \quad P_{EC} = \bar{B}_{EC}^{-1} \cdot \left\{ \sum_{j=3}^5 \delta_{ECj} \cdot (P_j^*)^{-\rho_E \sigma_E} \right\}^{-1/\rho_E \sigma_E} \quad (j = 3, 4, 5)$$

$$(25) \quad C_E = \gamma_E \cdot (1 - \bar{s}_P) \cdot Y_P / P_{EC} \quad (\gamma_E = \sum_{j=3}^5 \gamma_j)$$

$$\text{where } C_E = \bar{B}_{EC} \cdot (\delta_{EC3} \cdot C_3^{\rho_E} + \delta_{EC4} \cdot C_4^{\rho_E} + \delta_{EC5} \cdot C_5^{\rho_E})^{1/\rho_E}$$

$$P_{EC} \cdot C_E = P_3^* \cdot C_3 + P_4^* \cdot C_4 + P_5^* \cdot C_5$$

$$(26) \quad C = \sum_{j=1}^9 C_j$$

$$(27) \quad PC = (1 - \bar{s}_P) \cdot Y_P / C \quad (PC \cdot C \equiv \sum_{j=3,4,5} P_j \cdot C_j + P_{EC} \cdot C_E)$$

政府部門実質消費支出

$$(28) \quad G = (1 - \bar{s}_G) \cdot Y_G / PG$$

$$(29) \quad G_j = \gamma_{Gj} \cdot G \quad (\sum \gamma_{Gj} = 1)$$

$$(30) \quad PG = \sum \gamma_{Gj} \cdot P_j \quad (PG \cdot G = \sum P_j \cdot G_j)$$

二酸化炭素排出量・炭素税収入

$$(31) \quad CO_{2I} = \sum_{i=1}^9 \sum_{j=3}^5 r_{CO2,ji} \cdot a_{ji}^* \cdot X_i^S$$

$$(32) \quad CO_{2H} = \sum_{j=3}^5 r_{CO2,Hj} \cdot C_j$$

$$(33) \quad CO_{2T} = CO_{2I} + CO_{2H}$$

$$(34) \quad INCO_2 = PCO_2 \cdot CO_{2T}$$

$$(35) \quad IRCO_2 = INCO_2 / PI$$

二酸化硫黄排出量・硫黄税収入

$$(36) \quad SO_{2I} = \sum_{i=1}^9 \sum_{j=3}^5 r_{SO_2,ji} \cdot a_{ji}^* \cdot X_i^S$$

$$(37) \quad SO_{2H} = \sum_{j=3}^5 r_{SO_2,Hj} \cdot C_j$$

$$(38) \quad SO_{2T} = SO_{2I} + SO_{2H}$$

$$(39) \quad INSO_2 = PSO_2 \cdot SO_{2T}$$

$$(40) \quad IRSO_2 = INSO_2 / PI$$

固定資本形成

$$(41) \quad I^n = PI \cdot I \quad (I = \bar{I})$$

$$(42) \quad I_i = \bar{b}_{li} \cdot I \quad (\sum \bar{b}_{li} = 1.0)$$

$$(43) \quad PI = \sum \bar{b}_{li} \cdot P_i \quad (PI \cdot I = \sum P_i \cdot I_i)$$

外資流入

$$(44) \quad F = F\$ \cdot \bar{ER} \quad \text{or} \quad F = \bar{F\$} \cdot ER \quad \text{and} \quad ER = ER^e \quad (\text{均衡為替レート})$$

国内財・輸入財需要

$$(45) \quad Q_i = \sum_{j=3,4,5} \bar{a}_{ij} \cdot X_j^S + \sum_{j=3,4,5} a_{ij}^* \cdot X_j^S + C_i + G_i + I_i + b_{li} \cdot (IRCO_2 + IRSO_2)$$

$$(46) \quad d_i = \frac{1}{B_i} \left\{ \beta_i \cdot \left(\frac{M_i}{D_i} \right)^{\rho_{Q_i}} + (1 - \beta_i) \right\}^{-1/\rho_{Q_i}}$$

$$(47) \quad D_i = d_i \cdot Q_i$$

$$(48) \quad M_i = \left(\frac{\beta_i}{1 - \beta_i} \cdot \frac{PX_i}{PM_i} \right)^{\sigma_{Q_i}} \cdot D_i$$

$$(49) \quad E_i = \bar{E}_i^0 \cdot \left(\frac{\Pi_i}{PE\$} \right)^{\eta_i}$$

$$(50) \quad X_i = D_i + E_i$$

均衡条件

$$(51) \quad X_i = X_i^S \quad \text{and} \quad PX_i = PX_i^e \quad (PX_i^e: \text{均衡価格})$$

$$(52) \quad F\$ = \sum \bar{PM}\$_i \cdot M_i - \sum PE\$_i \cdot E_i \quad \text{and} \quad ER = \bar{ER} \quad (\text{外生})$$

$$\text{or} \quad \sum \bar{PM}\$_i \cdot M_i - \sum PE\$_i \cdot E_i - \bar{F\$} = 0 \quad \text{and} \quad ER = ER^e \quad (\text{均衡為替レート})$$

GDP 定義式

$$(53) \quad E = \sum E_i$$

$$(54) \quad PE = \sum PX_i \cdot (1 + \bar{te}_i) \cdot E_i / E$$

$$(55) \quad M = \sum M_i$$

$$(56) \quad PM = \sum \left(\frac{PM_i}{1 + \bar{tm}_i} \right) \cdot M_i / M$$

$$\begin{aligned}
(57) \quad GDP^n &= Y_L + Y_K + Y_G \\
&= \sum \left(PX_i - \sum_{j=3,4,5} P_j \cdot \bar{a}_{ji} - \sum_{j=3,4,5} P_j \cdot a_{ji}^* \right) \cdot X_i^S \\
&\quad + \sum \bar{t}m_i \cdot \overline{PM\$}_i \cdot M_i \cdot ER + \sum_i \bar{t}e_i \cdot PX_i \cdot E_i \\
&= PC \cdot C + PG \cdot G + PI \cdot I + PE \cdot E - PM \cdot M + INCO_2 + INSO_2
\end{aligned}$$

$$(58) \quad GDP = C + G + I + E - M + IRCO_2 + IRSO_2$$

$$(59) \quad GDP_i^n = (PX_i - \sum_{j=3,4,5} P_j \cdot \bar{a}_{ji} - \sum_{j=3,4,5} P_j \cdot a_{ji}^*) \cdot X_i^S$$

$$(60) \quad GDP_i = \left(1 - \sum_{i=3,4,5} \bar{a}_{ji} - \sum_{i=3,4,5} a_{ji}^* \right) \cdot X_i^S$$

$$(61) \quad PGDP = \frac{GDP^n}{GDP}$$

社会的厚生

$$(62) \quad U = \left(\prod_{i=3,4,5} C_i^{\gamma_i} \right) \cdot C_E^{\gamma_E}$$

$$(63) \quad EV = C \cdot \left(\frac{U^* - U}{U} \right) \quad (U^* = U \text{ of alternative scenario})$$

ワルラス法則

$$\begin{aligned}
(64) \quad W \cdot (L - \bar{L}^S) + R \cdot \left(\sum K_i - \bar{K}^S \right) + \sum PX_i \cdot (X_i - X_i^S) \\
+ (S + F - I^n) + ER \cdot \left\{ \sum \overline{PM\$}_i \cdot M_i - \sum \overline{PE\$}_i \cdot E_i - \bar{F\$} \right\} \equiv 0
\end{aligned}$$

次期資本蓄積・配分

$$(65) \quad K_{t+1}^S = K_t^S + I_t - \delta \cdot K_t^S$$

$$(66) \quad K_{i,t+1} = \frac{K_{i,t}}{K_i} \left(1 + \mu \cdot \frac{PK_i - PK}{PK} \right) \cdot K_{t+1} \quad (0 \leq \mu \leq 1)$$

(注)金融市場を含んだワルラス法則

$$\begin{aligned}
(64)' \quad W \cdot (L - \bar{L}^S) + R \cdot \left(\sum K_i - \bar{K}^S \right) + \sum PX_i \cdot (X_i - X_i^S) \\
+ (M^D - M^S) + ER \cdot \left\{ \sum \overline{PM\$}_i \cdot M_i - \sum \overline{PE\$}_i \cdot E_i - \bar{F\$} \right\} \equiv 0
\end{aligned}$$

where $S + F - I^n = \Delta M^D - \Delta M^S = M^D - M^S$
 $\Delta M^D = M_t^D - M_{t-1}^D \quad \Delta M^S = M_t^S - M_{t-1}^S \quad M_{t-1}^D \equiv M_{t-1}^S$
 $\frac{M^D}{PGDP} = \bar{M}_O \cdot GDP^\psi \quad M^S = \bar{M}^S \text{ (or } I^n = \bar{I} \text{ or } F = \bar{F})$

表 B 2 中国環境 CGE モデル記号

標準モデルの変数とパラメータ

価格変数：

- PX_i = 第 i 産業生産物の国内価格
 PM_i = 第 i 産業の輸入財価格
 $PM\$_i$ = 第 i 産業の輸入財価格 (外貨 (\$) 表示)
 $PE\$_i$ = 第 i 産業の輸出価格 (外貨 (\$) 表示)
 \bar{P}_i = 第 i 産業輸出市場の世界価格 (外貨 (\$) 表示)
 P_i = 第 i 産業における国内財と輸入財の合成財価格
 PN_i = 第 i 産業生産物のネット価格
 W_i = 第 i 産業の平均賃金率
 W_n = 非農業部門の平均賃金率
 W = 全産業平均の賃金率
 R_i = 第 i 産業の資本のレンタル価格
 R = 全産業平均の資本のレンタル価格
 ER = 為替レート (元/ドル)
 PC = 民間消費支出の平均価格
 (民間消費デフレーター)
 PG = 政府消費支出の平均価格
 (政府支出デフレーター)
 PI = 固定資本形成の平均価格
 (投資デフレーター)
 PE = 財・サービス輸出の平均価格
 (輸出デフレーター)
 PM = 財・サービス輸入の平均価格
 (輸入デフレーター)
 $PGDP$ = GDP デフレーター

量変数：

- X_i^S = 第 i 産業の国内生産量 (実質額)
 X_i = 第 i 産業の生産物に対する総需要量
 L_i = 第 i 産業の就業者数 (実勢単位)
 \bar{L}^S = 労働の総供給 (労働力人口)
 L_n^S = 非農業部門労働の総供給
 L = 労働力総需要 (実勢単位)
 K_i = 第 i 産業の固定資本ストック需要 (生産資本)
 K_i^S = 第 i 産業の固定資本ストック供給 (生産資本)
 \bar{K}^S = 固定資本ストック総供給
 C = 実質民間消費支出 (家計部門)
 C_i = 第 i 産業合成財に対する民間消費

- G = 実質政府消費支出
 G_i = 第 i 産業合成財に対する政府消費
 I_i = 第 i 産業の固定資本形成 (生産資本)
 I = 実質固定資本形成
 Q_i = 第 i 産業の合成財に対する国内総需要量
 D_i = 第 i 産業国内生産物に対する国内需要
 M_i = 第 i 産業生産物の輸入
 E_i = 第 i 産業生産物の輸出
 M = 実質財・サービス輸入
 E = 実質財・サービス輸出
 GDP_i = 第 i 産業の実質 GDP
 GDP = 実質 GDP
 EV = 家計部門の等価変分
 U = 家計部門の効用水準

比率変数：

- d_i = 第 i 産業国内総需要に占める国内財シェア
 $a_{j(i)=3,4,5}^*$ = 第 i 産業におけるエネルギー(電力, 石油・ガス, 石炭)の中間投入係数
 a_{Ei} = 第 i 産業におけるエネルギー合成財の中間投入係数

額変数：

- Y_p = 民間部門の名目所得
 Y_G = 政府部門の名目所得
 S = 総国民貯蓄
 I^n = 名目固定資本形成
 GDP_i^n = 第 i 産業の名目 GDP
 GDP^n = 名目 GDP
 F = 純資本流入 (経常収支赤字)
 $F\$$ = 純資本流入 (外貨 (\$) 表示)
 M^D = 貨幣需要 (M_2)
 \bar{M}^S = 貨幣供給 (M_2)

関数値：

- A_i = 第 i 産業生産関数の総生産性パラメータ
 (CES 生産関数)
 σ_{X_i} = 第 i 産業のエネルギー、資本と労働の間の代替
 の弾力性 $\rho_{X_i} = (\sigma_{X_i} - 1) / \sigma_{X_i}$

$\alpha_{Li}, \alpha_{Lj}, \alpha_{Kj}$ = 第 i 産業の分配パラメータ
 $\alpha_{ij}(j=3,4,5)$ = 第 i 産業から第 j 産業への中間投入係数
 \bar{B}_i = 第 i 産業輸入財・国内財合成関数のスケール・パラメータ (CES 型)
 β_i = 第 i 産業合成財関数の輸入財シェア・パラメータ (CES 型)
 σ_Q = 輸入財と国内財の間の代替の弾力性
 $\rho_Q = (\sigma_Q - 1) / \sigma_Q$
 \bar{E}_i^0 = 第 i 産業輸出関数のスケール・パラメータ
 η_i = 第 i 産業輸出関数の価格弾力性
 γ_i = 効用関数のシェア・パラメータ (Cobb-Douglas 型)
 \bar{M}_0 = 実質貨幣需要スケール・パラメータ
 ν = 実質貨幣需要の GDP 弾力性
 δ_i = 第 i 産業の減価償却率
 μ = 産業間資本に関する調整スピード

租税・補助金：

\bar{tm}_i = 第 i 産業の輸入関税率
 \bar{te}_i = 第 i 産業の輸出補助金比率
 \bar{td}_i = 第 i 産業の間接税率
 \bar{t}_L = 所得税率
 \bar{t}_K = 財産所得税

シェア・比較変数：

\bar{b}_{G_i} = 政府最終消費支出における第 i 産業合成財の量シェア
 \bar{b}_{I_i} = 総固定資本係数における第 i 産業合成財の量シェア
 \bar{S}_G = 政府部門の貯蓄率
 \bar{S}_P = 民間部門の貯蓄率

環境関連の変数とパラメータ

価格変数：

P_{ji}^* = 第 i 産業投入面の各エネルギー価格に炭素税・硫黄税を上乗せした価格
 P_j^* = 家計消費における各エネルギー価格に炭素税・硫黄税を上乗せした価格
 P_{Ei} = 第 i 産業の投入エネルギー合成財価格
 P_{EC} = 家計消費の投入エネルギー合成財価格

量変数：

Q_{Ei} = 第 i 産業のエネルギー合成財の量
 C_E = エネルギー合成に対する民間消費
 CO_{2I} = 産業部門の二酸化炭素排出量(炭素換算億 t)
 CO_{2H} = 家計部門の二酸化炭素排出量(同上)
 CO_{2T} = 二酸化炭素総排出量(同上)
 $IRCO_2$ = 二酸化炭素排出抑制実質投資
 SO_{2I} = 産業部門の二酸化硫黄排出量(硫黄換算億 t)
 SO_{2H} = 家計部門の二酸化硫黄排出量(硫黄換算億 t)
 SO_{2T} = 二酸化硫黄総排出量(硫黄換算億 t)
 $IRSO_2$ = 二酸化硫黄排出抑制実質投資

額変数：

$INCO_2$ = 二酸化炭素排出抑制名目投資
 $INSO_2$ = 二酸化硫黄排出抑制名目投資

関数パラメータ：

σ_E = エネルギー投入合成関数の代替の弾力性
 $\rho_{E_i} = (\sigma_E - 1) / \sigma_E$
 \bar{B}_{Ei} = 第 i 産業におけるエネルギー投入合成関数のスケール・パラメータ (CES 型)
 \bar{B}_{EC} = 民間エネルギー消費合成関数のスケール・パラメータ
 $\delta_{Eji}(j=3,4,5)$ = 第 i 産業のエネルギー投入合成関数のシェア・パラメータ
 $\delta_{ECj}(j=3,4,5)$ = 民間エネルギー消費合成関数のシェア・パラメータ
 γ_E = 効用関数におけるエネルギー消費のパラメータ (Cobb-Douglas 型)
 $r_{CO_2,ji}$ = エネルギー(電力, 石油・ガス, 石炭)投入・二酸化炭素排出係数
 $r_{SO_2,ji}$ = エネルギー(電力, 石油・ガス, 石炭)投入・二酸化硫黄排出係数

租税変数：

P_{CO_2} = 炭素税率(元/t)
 P_{SO_2} = 硫黄税率(元/t)

付録C 日本環境 CGE モデル

表C1 日本環境 CGE モデル：方程式体系

価格恒等式

$$(1) \quad PM_i = \overline{PM}_i \cdot (1 + \overline{tm}_i) \cdot ER$$

$$(2) \quad PE\$_i = PX_i \cdot (1 + \overline{te}_i) / ER$$

$$(3) \quad P_i = (PX_i \cdot D_i + PM_i \cdot M_i) / Q_i$$

where $Q_i = \overline{B}_i \cdot \left\{ \beta_i \cdot M_i^{\rho_{Q_i}} + (1 - \beta_i) \cdot D_i^{\rho_{Q_i}} \right\}^{1/\rho_{Q_i}}$
 $\sigma_{Q_i} = 1/(1 - \rho_{Q_i})$, $\rho_{Q_i} < 1$

$$(4) \quad PN_i = PX_i - \sum_{j=3,4,5} P_j \cdot \overline{a}_{ji} - PX_i \cdot (\overline{b}_{0i} + \overline{td}_i)$$

生産関数

$$(5) \quad X_i^S = \overline{A}_i \cdot \left\{ \alpha_{Ei} \cdot Q_{Ei}^{\rho_{X_i}} + \alpha_{Li} \cdot L_i^{\rho_{X_i}} + \alpha_{Ki} \cdot \overline{K}_i^{\rho_{X_i}} \right\}^{1/\rho_{X_i}}$$

where $\alpha_{Ei} + \alpha_{Li} + \alpha_{Ki} = 1$ $\sigma_{X_i} = 1/(1 - \rho_{X_i})$, $\rho_{X_i} < 1$

エネルギー需要

$$(6) \quad Q_{Ei} = \overline{A}_i^{\rho_{X_i} \cdot \sigma_{X_i}} \cdot (\alpha_{Ei} \cdot PN_i / P_{Ei})^{\sigma_{X_i}} \cdot X_i^S$$

$$(7) \quad P_{Ei} = \overline{B}_{Ei}^{-1} \cdot \left\{ \sum_{j=3}^5 \delta_{Eji}^{\sigma_E} \cdot (P_{ji}^*)^{-\rho_E \sigma_E} \right\}^{-1/\rho_E \sigma_E} \quad (j=3,4,5)$$

$$(8) \quad P_{ji}^* = P_j + \overline{P}_{CO2} \cdot \overline{r}_{CO2,ji} \quad (j=3,4,5)$$

$$(9) \quad a_{Ei} = \overline{A}_i^{\rho_{X_i} \cdot \sigma_{X_i}} \cdot (\alpha_{Ei} \cdot PN_i / P_{Ei})^{\sigma_{X_i}}$$

$$(10) \quad a_{ji}^* = \overline{B}_{Ei}^{\rho_E \sigma_E} \cdot (\delta_{Eji} \cdot \frac{P_{Ei}}{P_{ji}^*})^{\sigma_E} \cdot a_{Ei} \quad (j=3,4,5)$$

where $a_{Ei} = Q_{Ei} / X_i$, $a_{3i}^* = Q_{3i} / X_i$, $a_{4i}^* = Q_{4i} / X_i$, $a_{5i}^* = Q_{5i} / X_i$

$$Q_{Ei} = \overline{B}_{Ei} \cdot \{ \delta_{E3i} \cdot Q_{3i}^{\rho_E} + \delta_{E4i} \cdot Q_{4i}^{\rho_E} + \delta_{E5i} \cdot Q_{5i}^{\rho_E} \}^{1/\rho_E}$$

$$a_{Ei} = \overline{B}_{Ei} \cdot \{ \delta_{E3i} \cdot (a_{3i}^E)^{\rho_E} + \delta_{E4i} \cdot (a_{4i}^E)^{\rho_E} + \delta_{E5i} \cdot (a_{5i}^E)^{\rho_E} \}^{1/\rho_E}$$

$$P_{Ei} \cdot Q_{Ei} = P_{3i}^* \cdot Q_{3i} + P_{4i}^* \cdot Q_{4i} + P_{5i}^* \cdot Q_{5i}$$

$$P_{Ei} \cdot a_{Ei} = P_{3i}^* \cdot a_{3i}^* + P_{4i}^* \cdot a_{4i}^* + P_{5i}^* \cdot a_{5i}^*$$

労働市場の需給均衡

$$(11) \quad L_i = \overline{A}_i^{\rho_{X_i} \cdot \sigma_{X_i}} \cdot (\alpha_i \cdot PN_i / W_i)^{\sigma_{X_i}} \cdot X_i^S$$

$$(12) \quad \sum L_i = \overline{L}^S \quad \text{and} \quad W = \widetilde{W} \quad (\widetilde{W} = \text{均衡賃金率})$$

$$(13) \quad L_i^* = L_i / \lambda_i$$

$$(14) \quad W_i = \lambda_i \cdot W$$

$$(15) \quad L^* = \sum L_i^*$$

$$(16) \quad \lambda = L^S / L^* \quad (\lambda_0 = 1.0, L^S = L^*, \sum W_i L_i^* = W L^* \text{ for } 1995)$$

資本市場の需給均衡

$$(17) \quad K_i = \bar{K}_i^S$$

$$(18) \quad R_i = \bar{A}_i^{\rho_{X_i}} \cdot (1 - \alpha_i) \cdot P N_i \cdot (X_i^S / K_i^D)^{1 - \rho_{X_i}}$$

$$(19) \quad R = \sum R_i \cdot K_i / \bar{K}^S$$

$$\text{where } K_i = \mu_i \cdot \bar{K}_i^* \quad (\mu_i = 1.0)$$

$$K^S = \sum K_i = \sum \mu_i \cdot K_i^* = \sum K_i^* = K^*$$

$$\mu = K^S / K^* = 1.0$$

分配所得と貯蓄

$$(20) \quad Y_p = (1 - t\bar{y}_L) \cdot W \cdot \bar{L}^S + (1 - t\bar{y}_K) \cdot R \cdot \bar{K}^S + TR_G + Y_F$$

$$(21) \quad TR_G = \bar{t}r_G \cdot (W \cdot \bar{L}^S + R \cdot \bar{K}^S)$$

$$(22) \quad Y_O = \sum \bar{b}_{O_i} \cdot P X_i \cdot X_i^S$$

$$(23) \quad Y_G = t\bar{y}_L \cdot W \cdot \bar{L}^S + t\bar{y}_K \cdot R \cdot \bar{K}^S + \sum \bar{t}d_i \cdot P X_i \cdot X_i^S \\ + \sum \bar{t}m_i \cdot \bar{P}M\$_i \cdot ER \cdot M_i + \sum \bar{t}e_i \cdot P X_i \cdot E_i - TR_G$$

$$(24) \quad S = \bar{s}_p \cdot Y_p + \bar{s}_G \cdot Y_G$$

家計部門実質消費支出

$$(25) \quad C_{H_j} = \gamma_{H_j} \cdot (1 - \bar{s}_p) \cdot Y_p / P_j \quad (j \neq 3, 4, 5)$$

$$(26) \quad C_{H_j} = \bar{B}_{EH}^{\rho_E \sigma_E} \cdot (\delta_{EHj} \cdot P_{EH} / P_{H_j}^*)^{\sigma_E} \cdot C_{EH} \quad (j=3, 4, 5)$$

$$(27) \quad P_{H_j}^* = P_j + \bar{P}_{CO2} \cdot \bar{r}_{CO2, H_j} \quad (j=3, 4, 5)$$

$$(28) \quad P_{EH} = \bar{B}_{EH}^{-1} \cdot \left\{ \sum_{j=3}^5 \delta_{EHj} \cdot (P_{H_j}^*)^{-\rho_E \sigma_E} \right\}^{-1/\rho_E \sigma_E}$$

$$(29) \quad C_{EH} = \gamma_{EH} \cdot (1 - \bar{s}_p) \cdot Y_p / P_{EH} \quad (\gamma_{EH} = \sum_{j=3}^5 \gamma_{H_j})$$

$$\text{where } C_{EH} = \bar{B}_{EH} \cdot (\delta_{EH3} \cdot C_{H3}^{\rho_E} + \delta_{EH4} \cdot C_{H4}^{\rho_E} + \delta_{EH5} \cdot C_{H5}^{\rho_E})^{1/\rho_E}$$

$$P_{EH} \cdot C_{EH} = P_{H3}^* \cdot C_{H3} + P_{H4}^* \cdot C_{H4} + P_{H5}^* \cdot C_{H5}$$

$$(30) \quad C_H = \sum_{j=1}^9 C_{H_j}$$

$$(31) \quad PC_H = (1 - \bar{s}_p) \cdot Y_p / C_H \quad (PC_H \cdot C_H \equiv \sum_{j \neq 3, 4, 5} P_j \cdot C_{H_j} + P_{EH} \cdot C_{HE})$$

家計外部門実質消費支出

$$(32) \quad C_{O_j} = \gamma_{O_j} \cdot Y_O / P_j \quad (j \neq 3, 4, 5)$$

$$(33) \quad C_{Oj} = \bar{B}_{EO}^{\rho_E \sigma_E} \cdot (\delta_{EOj} \cdot P_{EO} / P_{Oj}^*)^{\sigma_E} \cdot C_{EO} \quad (j=3,4,5)$$

$$(34) \quad P_{Oj}^* = P_j + \bar{P}_{CO2} \cdot \bar{r}_{CO2,Oj} \quad (j=3,4,5)$$

$$(35) \quad P_{EO} = \bar{B}_{EO}^{-1} \cdot \left\{ \sum_{j=3}^5 \delta_{EOj} \cdot (P_{Oj}^*)^{-\rho_E \sigma_E} \right\}^{-1/\rho_E \sigma_E}$$

$$(36) \quad C_{EO} = \gamma_{EO} \cdot Y_O / P_{EO} \quad (\gamma_{EO} = \sum_{j=3}^5 \gamma_{Oj})$$

$$\text{where } C_{EO} = \bar{B}_{EO} \cdot (\delta_{EO3} \cdot C_{O3}^{\rho_E} + \delta_{EO4} \cdot C_{O4}^{\rho_E} + \delta_{EO5} \cdot C_{O5}^{\rho_E})^{1/\rho_E}$$

$$P_{EO} \cdot C_{EO} = P_{O3}^* \cdot C_{O3} + P_{O4}^* \cdot C_{O4} + P_{O5}^* \cdot C_{O5}$$

政府部門實質消費支出

$$(37) \quad G = (1 - \bar{s}_G) \cdot Y_G / PG$$

$$(38) \quad G_j = \gamma_{Gj} \cdot G \quad (\sum_j \gamma_{Gj} = 1)$$

$$(39) \quad PG = \sum \gamma_{Gj} \cdot P_j \quad (PG \cdot G = \sum P_j \cdot G_j)$$

二氧化碳排放量・炭素稅收入

$$(40) \quad CO_{2I} = \sum_{i=1}^9 \sum_{j=3}^5 r_{CO_2,ji} \cdot a_{ji}^* \cdot X_i^S$$

$$(41) \quad CO_{2H} = \sum_{j=3}^5 r_{CO_2,Hj} \cdot C_{Hj}$$

$$(42) \quad CO_{2T} = CO_{2I} + CO_{2H}$$

$$(43) \quad YNCO_2 = P_{CO_2} \cdot CO_{2T}$$

固定資本形成

$$(44) \quad I_p^n = PI_p \cdot \bar{I}_p$$

$$(45) \quad I_{pj} = \bar{b}_{IPj} \cdot \bar{I}_p \quad (\sum \bar{b}_{IPj} = 1.0)$$

$$(46) \quad PI_p = \sum \bar{b}_{IPj} \cdot P_j \quad (PI_p \cdot I_p = \sum P_j \cdot I_{pj})$$

$$(47) \quad I_G^n = PI_G \cdot \bar{I}_G$$

$$(48) \quad I_{Gj} = \bar{b}_{IGj} \cdot \bar{I}_G \quad (\sum \bar{b}_{IGj} = 1.0)$$

$$(49) \quad PI_G = \sum \bar{b}_{IGj} \cdot P_j \quad (PI_G \cdot I_G = \sum P_j \cdot I_{Gj})$$

$$(50) \quad I_j^n = PI_j \cdot \bar{I}_j$$

$$(51) \quad I_{jj} = \bar{b}_{lj} \cdot \bar{I}_j \quad (\sum \bar{b}_{lj} = 1.0)$$

$$(52) \quad PI_j = \sum \bar{b}_{lj} \cdot P_j \quad (PI_j \cdot I_j = \sum P_j \cdot I_{j,j})$$

$$(53) \quad I^n = I_p^n + I_G^n + I_J^n$$

$$(54) \quad I = \bar{I}_p + \bar{I}_G + \bar{I}_J$$

$$(55) \quad PI = I^n / I$$

外資流入

$$(56) \quad F = F\$ \cdot ER$$

$$(57) \quad F_Y = F_Y \$ \cdot ER$$

$$(58) \quad F\$ = \sum \overline{PM\$}_i \cdot M_i - \sum \overline{PE\$}_i \cdot E_i - F_Y \$$$

国内財・輸入財需要

$$(59) \quad Q_i = \sum_{j=3,4,5} \bar{a}_{ij} \cdot X_j^S + \sum_{j=3,4,5} a_{ij}^* \cdot X_j^S + C_{H_i} + C_{O_i} + G_i + I_p + I_G + I_{J_i}$$

$$(60) \quad d_i = \frac{1}{B_i} \left\{ \beta_i \cdot \left(\frac{M_i}{D_i} \right)^{\rho_{Q_i}} + (1 - \beta_i) \right\}^{-1/\rho_{Q_i}}$$

$$(61) \quad D_i = d_i \cdot Q_i$$

$$(62) \quad M_i = \left(\frac{\beta_i}{1 - \beta_i} \cdot \frac{PX_i}{PM_i} \right)^{\sigma_{Q_i}} \cdot D_i$$

$$(63) \quad E_i = \bar{E}_i^0 \cdot (\Pi_i / \overline{PE\$}_i)^{\eta}$$

$$(64) \quad X_i = D_i + E_i$$

均衡条件

$$(65) \quad X_i = X_i^S \quad \text{and} \quad PX_i = PX_i^e \quad (PX_i^e: \text{均衡価格})$$

$$(66) \quad \sum \overline{PM\$}_i \cdot M_i - \sum \overline{PE\$}_i \cdot E_i - F\$ - F_Y \$ = 0$$

$$\text{and} \quad ER = ER^e \quad (ER^e: \text{均衡為替レート})$$

GDP 定義式

$$(67) \quad E = \sum E_i$$

$$(68) \quad PE = \sum PX_i \cdot (1 + \bar{te}_i) \cdot E_i / E$$

$$(69) \quad M = \sum M_i$$

$$(70) \quad PM = \sum (PM_i / (1 + \bar{tm}_i)) \cdot M_i / M$$

$$(71) \quad GDP^n = Y_p + Y_O + Y_G$$

$$\begin{aligned}
&= \sum \left(PX_i - \sum_{j=3,4,5} P_j \cdot \bar{a}_{ji} - \sum_{j=3,4,5} P_j \cdot a_{ji}^* - \bar{b}_{0i} \cdot PX_i \right) \cdot X_i^S \\
&\quad + \sum \overline{tm}_i \cdot \overline{PM\$}_i \cdot M_i \cdot ER + \sum_i \overline{te}_i \cdot PX_i \cdot E_i \\
&= PC \cdot C + PG \cdot G + PI \cdot IR + PE \cdot E + PM \cdot M \\
(72) \quad GDP &= C + G + IR + E - M
\end{aligned}$$

$$(73) \quad GDP_i^n = \left(PX_i - \sum_{j=3,4,5} P_j \cdot \bar{a}_{ji} - \sum_{j=3,4,5} P_j \cdot a_{ji}^* - \bar{b}_{0i} \cdot PX_i \right) \cdot X_i^S$$

$$(74) \quad GDP_i = \left(1 - \sum_{i=3,4,5} \bar{a}_{ji} - \sum_{i=3,4,5} a_{ji}^* - \bar{b}_{0i} \right) \cdot X_i^S$$

$$(75) \quad PGDP = GDP^n / GDP$$

社会的厚生

$$(76) \quad U = \left(\prod_{i=3,4,5} C_{Hi}^{\gamma_i} \right) \cdot C_{EH}^{\gamma_E}$$

$$(77) \quad EV = C_H \cdot ((U^* - U)/U) \quad (U^* = \text{シナリオが異なる時の } U)$$

ワルラス法則

$$\begin{aligned}
(78) \quad W \cdot (L - \bar{L}^S) + R \cdot \left(\sum K_i - \bar{K}^S \right) + \sum PX_i \cdot (X_i - X_i^S) \\
+ (S + F - I^n) + ER \cdot \left\{ \sum \overline{PM\$}_i \cdot M_i - \sum PE\$_i \cdot E_i - F_Y \$ - F\$ \right\} \equiv 0
\end{aligned}$$

次期資本蓄積・配分

$$(79) \quad K_{t+1}^S = K_t^S + I_t - \delta \cdot K_t^S$$

$$(80) \quad K_{i,t+1} = \frac{K_{i,t}}{K_i} \left(1 + \mu \cdot \frac{PK_i - PK}{PK} \right) \cdot K_{t+1} \quad (0 \leq \mu \leq 1)$$

(注) 金融市場を含んだワルラス法則

$$\begin{aligned}
(78)' \quad W \cdot (L - \bar{L}^S) + R \cdot \left(\sum K_i - \bar{K}^S \right) + \sum PX_i \cdot (X_i - X_i^S) \\
+ (M^D - M^S) + ER \left\{ \sum \overline{PM\$}_i \cdot M_i - \sum PE\$_i \cdot E_i - F_Y \$ - F\$ \right\} \equiv 0
\end{aligned}$$

where $S + F - I^n = \Delta M^D - \Delta M^S = M^D - M^S$

$$\Delta M^D = M_t^D - M_{t-1}^D \quad \Delta M^S = M_t^S - M_{t-1}^S \quad M_{t-1}^D \equiv M_{t-1}^S$$

$$M^D / PGDP = \bar{M}_0 \cdot GDP^\psi \quad M^S = \bar{M}^S \text{ (or } I^n = \bar{I}^n \text{ or } F = \bar{F})$$

表 C2 日本環境 CGE モデル記号

標準モデルの変数とパラメータ

価格変数:

- PX_i = 第 i 産業生産物の国内価格
 PM_i = 第 i 産業の輸入財価格
 $PM\$,_i$ = 第 i 産業の輸入財価格 (外貨 (\$) 表示)
 $PE\$,_i$ = 第 i 産業の輸出価格 (外貨 (\$) 表示)
 Π_i = 第 i 産業輸出市場の世界価格 (外貨 (\$) 表示)
 P_i = 第 i 産業における国内財と輸入財の合成財価格
 PN_i = 第 i 産業生産物のネットの価格
 W_i = 第 i 産業の平均賃金率
 W = 全産業平均の賃金率
 R_i = 第 i 産業の資本のレンタル価格
 R = 全平均資本のレンタル価格
 ER = 為替レート (円/ドル)
 PC_o = 家計外消費デフレータ
 PC_H = 民間消費デフレータ
 PG = 政府消費デフレータ
 PI = 投資デフレータ
 PI_p = 民間投資デフレータ
 PI_G = 政府投資デフレータ
 PI_J = 在庫投資デフレータ
 PE = 輸出デフレータ
 PM = 輸入デフレータ
 $PGDP$ = GDP デフレータ

量変数:

- X_i^S = 第 i 産業の国内生産量 (実質額)
 X_i = 第 i 産業の生産物に対する総需要量
 L_i = 第 i 産業の労働需要 (効率単位)
 L_i^* = 第 i 産業の労働需要 (実数単位)
 \bar{L}^S = 労働の総供給 (効率単位)
 L = 労働力総需要 (実数単位)
 K_i = 第 i 産業の固定資本ストック (効率単位)
 K_i^S = 第 i 産業の固定資本ストック供給
 K_i^* = 第 i 産業の固定資本ストック (実数単位)
 \bar{K}^S = 固定資本ストック総供給 (効率単位)
 K^* = 固定資本ストック総供給 (実数単位)
 C_o = 実質家計外消費支出
 C_{O_i} = 第 i 産業合成財に対する家計外消費需要
 C_H = 実質民間消費支出
 C_{H_i} = 第 i 産業合成財に対する家計消費需要
 G = 実質政府消費支出

- G_i = 第 i 産業合成財に対する政府消費
 I_p = 実質民間固定資本形成
 I_{p_i} = 第 i 産業合成財に対する民間投資需要
 I_G = 実質政府固定資本形成
 I_{G_i} = 第 i 産業合成財に対する政府投資需要
 I_J = 実質在庫ストック増減
 I_{J_i} = 第 i 産業合成財に対する在庫投資需要
 I = 実質固定資本形成
 Q_i = 第 i 産業の合成財に対する国内総需要量
 D_i = 第 i 産業国内生産物に対する国内需要
 M_i = 第 i 産業生産物の輸入
 E_i = 第 i 産業生産物の輸出
 M = 実質財・サービス輸入
 E = 実質財・サービス輸出
 GDP_i = 第 i 産業の実質 GDP
 GDP = 実質 GDP
 EV = 家計部門の等価変分
 U = 家計部門の効用水準

額変数:

- Y_p = 民間部門の名目所得
 Y_o = 家計外部部門の名目所得
 Y_f = 海外からの移転所得
 Y_g = 政府部門の名目所得
 TR_G = 政府の移転支出
 S = 総国民貯蓄
 I_p^n = 名目民間固定資本形成
 I_G^n = 名目政府固定資本形成
 I_J^n = 名目在庫ストック増減
 I^n = 名目固定資本形成
 GDP^n = 名目 GDP
 GDP_i^n = 第 i 産業の名目 GDP
 F = 純資本流入 (経常収支赤字)
 $F\$$ = 純資本流入 (外貨 (\$) 表示)
 M^D = 貨幣需要 (M_2)
 \bar{M}^S = 貨幣供給 (M_2)

シェア・比率変数:

- d_i = 第 i 産業国内総需要に占める国内財シェア

関数パラメータ:

- \bar{A}_i = 第 i 産業生産関数の総生産性パラメータ (CES 生産関数)
 σ_{X_i} = 第 i 産業のエネルギー、資本と労働の間の代替の弾力性

$$\rho_{X_i} = (\sigma_{X_i} - 1) / \sigma_{X_i}$$

$\alpha_{Ei}, \alpha_{Li}, \alpha_{Ki}$ = 第i産業の分配パラメータ
 $\bar{a}_{ij}(j=3,4,5)$ = 第i産業から第j産業への中間投入係数
 \bar{B}_i = 第i産業輸入財・国内財合成関数のスケール・パラメータ (CES 型)
 β_i = 第i産業合成財関数の輸入財シェア・パラメータ (CES 型)
 σ_{Qi} = 輸入財と国内財の間の代替の弾力性
 $\rho_{Qi} = (\sigma_{Qi} - 1) / \sigma_{Qi}$
 \bar{E}_i^0 = 第i産業輸出関数のスケール・パラメータ
 η_i = 第i産業輸出関数の価格弾力性
 $\bar{\gamma}_i$ = 効用関数のシェア・パラメータ (Cobb-Douglas 型)
 \bar{M}_0 = 実質貨幣需要スケール・パラメータ
 ν = 実質貨幣需要の GDP 弾力性
 δ_i = 第i産業の減価償却率
 λ_i = 第i産業における労働効率単位へ変換比率
 μ_i = 第i産業における資本効率単位へ変換比率
 μ = 産業間資本配分に関する調整スピード

租税・補助金:

\bar{tm}_i = 第i産業の輸入関税率
 \bar{te}_i = 第i産業の輸出補助金比率
 \bar{td}_i = 第i産業の間接税率
 \bar{t}_L = 所得税率
 \bar{t}_K = 財産所得税
 \bar{tr}_G = 政府移転比率

シェア・比率パラメータ:

γ_{H_i} = 民間最終消費支出における第i産業合成財の弾性値
 γ_{G_i} = 政府最終消費支出における第i産業合成財の量シェア
 γ_{O_i} = 家計外消費支出における第i産業合成財の量シェア
 \bar{b}_{O_i} = 第i産業における家計外消費係数
 \bar{b}_{I_p} = 総固定資本形成に占める第i産業の合成財の比率
 \bar{b}_{I_m} = 民間部門の総固定資本形成に占める第i産業の合成財比率
 \bar{b}_{I_g} = 政府部門の総固定資本形成に占める第i産業の合成財比率
 \bar{b}_{G_i} = 政府消費の産業間配分比率
 \bar{S}_G = 政府部門の貯蓄率
 \bar{S}_P = 民間部門の貯蓄率

環境関連の変数とパラメータ

価格変数:

P_{ji}^* = 第i産業投入面の各エネルギー価格に炭素税・硫黄税を上乗せした価格
 P_{Ei} = 第i産業の投入エネルギー合成財価格

$P_{H_j}^*$ = 家計消費における各エネルギー価格に炭素税・硫黄税を上乗せした価格

$P_{O_j}^*$ = 家計外消費における各エネルギー価格に炭素税・硫黄税を上乗せした価格

P_{EH} = 家計消費の投入エネルギー合成財価格

P_{EO} = 家計外消費の投入エネルギー合成財価格

量変数:

Q_{Ei} = 第i産業の投入エネルギー合成財の量

C_{EH} = エネルギー合成財に対する家計消費需要量

C_{EO} = エネルギー合成財に対する家計外消費需要量

CO_{2I} = 産業部門の二酸化炭素排出量(炭素換算億t)

CO_{2H} = 民間部門の二酸化炭素排出量(同上)

CO_{2T} = 二酸化炭素総排出量(同上)

額変数:

$YGCO_2$ = 政府炭素税収入

比率変数:

$a_{ji}^*(j=3,4,5)$ = 第i産業におけるエネルギー(電力、石油・ガス、石炭)の中間投入係数

a_{Ei} = 第i産業におけるエネルギー合成財の中間投入係数

関数パラメータ:

σ_E = エネルギー投入合成関数の代替の弾力性

$$\rho_{Ei} = (\sigma_E - 1) / \sigma_E$$

\bar{B}_{Ei} = 第i産業におけるエネルギー投入合成関数のスケール・パラメータ (CES 型)

\bar{B}_{EH} = 家計消費におけるエネルギー合成関数のスケール・パラメータ

\bar{B}_{EO} = 家計外消費におけるエネルギー合成関数のスケール・パラメータ

$\delta_{Eji}(j=3,4,5)$ = 家計消費におけるエネルギー合成関数のシェア・パラメータ

$\delta_{EHj}(j=3,4,5)$ = 家計外消費におけるエネルギー合成関数のシェア・パラメータ

$\delta_{EOj}(j=3,4,5)$ = 民間エネルギー消費合成関数のシェア・パラメータ

γ_{EH} = 家計部門効用関数におけるエネルギー消費のパラメータ (Cobb-Douglas 型)

γ_{EO} = 家計外消費におけるエネルギー消費シェア

$r_{CO_2,ji}$ = エネルギー(電力、石油・ガス、石炭)投入・二酸化炭素排出係数

租税変数:

P_{CO_2} = 炭素税率(元/t) P_{SO_2} = 硫黄税率(元/t)

貿易自由化と中国経済—CGE モデルによる動学的シミュレーション

孫 林 ・ 江崎光男

1. はじめに

中国は 1986 年に GATT (関税及び貿易に関する一般協定) 加入を正式に申請した。1995 年 1 月の WTO (世界貿易機関) の成立以降は、WTO の加盟に向けて最大限の努力を続けてきたが、2000 年に入った現在、未だ加盟を実現していない。1999 年 11 月 15 日、アメリカとの二国間交渉の妥結したことで、加盟に向けて決定的な一步を踏み出した。しかしながら、中国が WTO 加盟国になるためには、これから、少なくとも二国間交渉、WTO 中国作業部会での多国間交渉、WTO 総理事会の承認と中国全人大の承認という 4 つの手続きを完了しなくてはならない。二国間交渉について、WTO 加盟の 135 カ国の内、37 カ国が中国との二国間交渉を希望しているが、現状としては、アメリカ、日本をはじめ、16 カ国との間に合意に達している。残りの 21 カ国の内、最も難しいのは EU との交渉であろう。多国間交渉において、WTO の基本原則、貿易権の自由化と外国為替管理の自由化について、概ね合意に達している。遅かれ早かれ、中国の WTO 加盟が 2000 年中に実現するのはほぼ確実であろう¹⁾。

GATT 加盟申請以降の 14 年間に、内外経済情勢が大きく変わっていた。国際的には、1986 年に開始され 1994 年合意に達したウルグアイ・ラウンドは単に関税の引き下げや非関税障壁の撤廃のみならず、より包括的な貿易ルールを成立させた。ウルグアイ・ラウンドの合意にもとづき、翌 1995 年 1 月に WTO が発足した。モノの貿易だけを対象とする GATT と違って、WTO はサービス分野の貿易、知的所有権、貿易関連投資措置 (TRIM) などの新分野をも対象とする包括的な国際貿易機関である²⁾。

一方、中国経済は世界経済とのリンケージを年々強めている。表 1 が示しているように、中国の貿易規模 (名目ドル建て) は 14 年間で 4.9 倍に、輸出額は 6.3 倍に、輸入額は 3.9 倍に増加した。1998 年の中国の貿易総額は世界の中で 9 位を占めるに至っている³⁾。

中国は 1986 年以来、国内経済改革・市場化の要請もあって、国内経済情勢を見合わせながら、WTO のルールと諸協定国の要求に応じて、貿易制度の改革や関税の引き下げなど、貿易自由化を進めてきた。特に 90 年代に、中国は広範囲の関税引き下げや非関税障壁撤廃を中心とする貿易自由化を数回実施している (表 2)。

1) 『経済導報』(1999.11.22)、『人民日報』(2000.1.13)。欧州、日本、アメリカとの個別交渉や妥結の条件の詳細については、賈宝波 (2000) を参照。

2) GATT・WTO の変遷については、青木・馬田 (1998) や通産省の『不正貿易報告書—WTO 協定から見た主要国の貿易政策』(1998, 1999 年版) を参照。

表1 中国の経済成長と貿易（億ドル、名目）

	GDP	輸出	輸入	輸出入	直接投資
1986年	2957	309	429	738	19
1990年	3880	620	533	1153	35
1995年	7004	1488	1320	2808	375
1996年	8169	1510	1388	2898	417
1997年	8993	1827	1424	3251	452
1998年	9600	1838	1402	3239	454
1999年	10145	1949	1658	3607	

データ出所：『中国統計年鑑 1999年』。1999年のデータは『人民日報』（2000.1.13）の速報。

表2 中国の貿易自由化措置

時期	貿易自由化の改正措置	改正後の関税率
1991年	輸出の財政補助廃止、輸出払戻し税導入	
1992年12月	2898品目の関税率引下げ	平均関税率 43.2%
1993年12月	3371品目の関税率引下げ	平均関税率 35.9%
1994年1月	283品目の輸入管理撤廃	
1994年5月	195品目の輸入許可・割当て廃止	
1996年4月	4900品目の関税率引下げ	平均関税率 23%
1997年10月	4874品目の関税率引下げ	平均関税率 17%

データ出所：青木・馬田（1998）、第3章（pp.56-57）から作成。

前述したように、WTO は関税の引き下げや非関税障壁の撤廃などのモノの貿易だけでなく、サービス分野の貿易、知的所有権、貿易関連投資措置（TRIM）などの新分野をも対象としているから、中国は、WTO 加盟に向けて、関税の引き下げや非関税障壁の撤廃を実施するほかに、金融、通信、保険、流通などを含むサービスの自由化、知的所有権の保護、貿易関連投資措置の実施など、より包括的な貿易自由化を推進していかなくてはならない。言うまでもなく、中国の WTO 加盟に関連する貿易自由化は複雑で、広範囲の問題に及んでいるが、本稿の目的は、WTO 加盟のために約束した関税の引き下げや非関税障壁の撤廃など、主に数量化できる貿易自由化が中国経済にもたらすインパクトを、CGE モデルによる動学的シミュレーションにより、成長・産業構造・雇用・貿易などの視点から計量的に分析し、他の研究分析と比較参照しながら、2010 年までの中国経済を展望することにある。

本稿は、第2節の中国経済の CGE モデル、第3節の貿易自由化インパクトのシミュレーション分析、第4節の要約と結論から構成されている。

2. 中国経済の CGE モデル

2.1 中国の貿易自由化に関する CGE モデルによる先行研究

中国の WTO 加盟及び貿易自由化に関する CGE モデル分析について先行研究はいくつ

³⁾ 『人民日報』（1999.4.17）を引用。

かなされている。分析の対象とモデルの構造から区別すると、先行研究は二つのタイプに分けることができる。一つ目は、関係諸国が同時に貿易自由化を実施した場合あるいは中

表3 中国の貿易自由化に関する CGE モデル研究

研究者	モデルの性質	分析の背景	主要結論
Yang (1995)	世界モデル (GTAP)	ウルグアイ・ラウンド自由貿易パッケージの影響を分析。	自由化パッケージの完全実施は中国にとって大きな利益。
Feng and Huang (1997)	世界モデル (GTAP)	中国の貿易自由化が中国経済と関係諸国の経済に与える影響を分析。	中国の貿易自由化の最も大きい受益者は中国経済であり、中国と APEC 諸国の貿易自由化を同時に施すことが、両者に最も効果的。
川崎他 (1997) 川崎 (1999)	世界モデル (GTAP)	APEC 地域を対象に「マニラ行動計画」の貿易自由化措置の経済効果を検証。	世界貿易は増大。特に大幅な自由化措置が行われる地域において、生産は拡大し、所得は増大。
翌・李・王 (1996) Wang and Zhai (1998)	一国モデル	関税削減による財政減収を補填する国内代替税収案を考慮。関税削減が住民厚生と所得分配に与える影響を分析。	累進的個人所得税が財政減収を補填する国内代替税収案である場合、貿易自由化の経済効果と所得分配効果が最も大きい。
王他 (1997)	世界モデル	中国の WTO 加盟が世界の労働集約製品市場とアメリカの農産物輸出に与える影響を分析。	中国にとって最善の対策は、食品・農産物市場の開放を条件に、先進国における労働集約製品に対する制限の解除を獲得すること。
李・翌・徐 (1999)	一国モデルと世界モデル	先進国の MFA (繊維協定) 撤廃問題を含め、中国の WTO 加盟が中国経済と世界経済に与える影響を分析。	MFA の撤廃は中国の繊維製品輸出を拡大し、雇用の改善を促進し、GDP の成長に貢献。世界の労働集約製品輸出市場と農産物輸入市場に重大な影響を与える。
Zhang and Warr (1995)	一国モデル	二重価格モデルに基づき関税の一律 50%カットの影響を実験的に分析。	関税カットは輸出と輸入の両者を増やすが、輸出の増加がより大きく、生産、雇用が増加する。

(注) GTAP は Global Trade Analysis Project の略称。

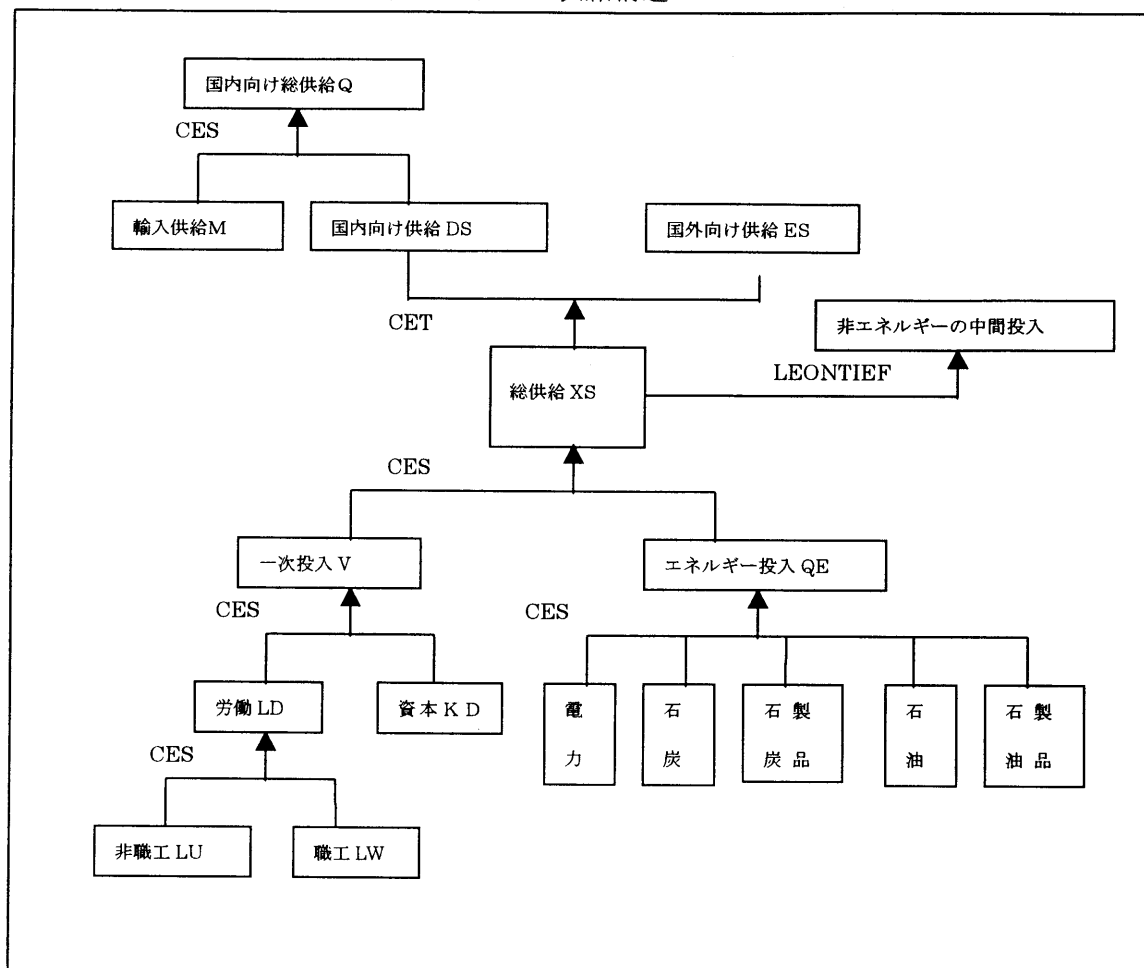
国だけが貿易自由化を実施した場合のシナリオを想定し、中国及び関係諸国に与えるインパクトについて世界モデルによるシミュレーション分析を行う研究である。二つ目は貿易自由化が中国国内産業、雇用、所得分配などに与える影響に注目し、一国モデルによるシミュレーション分析を行う研究である (表3を参照)。本稿の分析はこの二番目のグループに属する研究である。

2.2 モデルの特徴

本稿で使われている中国経済 CGE モデルは、最新の 1997 年の産業連関表に基づき、35 の産業部門 (農業部門、5 つのエネルギー部門、20 の工業部門、9 つのサービス部門) と 2 つの民間消費部門 (都市住民と農村住民)、2 種類の労働 (非職工労働力、職工労働力) から構成されている⁴⁾。本稿の分析の重点は中国経済の成長、産業構造、雇用及び

⁴⁾ 中国の統計体系における非職工は、再就職の退職者、個人・私営企業の従業者、郷鎮企業従業者、

図1 モデルの供給構造



貿易に置かれているから、モデルの生産面（供給構造）が特に詳細に展開されている。（図1を参照）。モデルの構造は基本的に、「中国環境CGEモデル」（江崎・孫・金城（1999））の拡張版であり、Dervis, De Melo and Robinson（1982）の開放経済のCGEモデルを原典にしている⁵⁾。

モデルの生産構造

生産過程は複数レベルのCES（代替弾力性一定）生産関数により構築される。第一のレベルでは、一次投入と合成エネルギー投入の代替関係を想定し、CES関数に基づき総生産量を決定する。エネルギー以外の中間投入については代替関係を考えないで、レオンチエフ型の固定係数により生産量から決定する。第二のレベルでは、エネルギーについて、5種類のエネルギーの代替関係を想定し、CES関数に基づき合成エネルギーを決定する⁶⁾。

農村労働者等で定義されており、職工は残りの全ての賃金・俸給労働者を意味する（『中国統計年鑑』参照）。従って、中国における職工は日本における正社員に相当すると考えられる。

⁵⁾ 本モデルの方程式の全体系については、付録A及び付録Bを参照。

⁶⁾ エネルギーを細分し、非エネルギーと分割したのは、本モデルがエネルギー・環境モデルから発展し、また、近い将来、貿易と環境の問題に応用することを考えていることによる。

一次投入については、労働と資本の代替関係を想定し、CES 関数に基づき一次投入を決定する。労働は非職工労働力と職工労働力に分け、非職工と職工の代替関係を想定し、CES 関数に基づき労働を決定する。ただし、職工労働市場では市場の均衡を想定し、名目賃金を内生化した。非職工労働市場では非農業部門の名目賃金を外生、労働需要を限界条件で決め、農業部門の非職工は総供給量から非農業部門需要量を除いて残差で決定した⁷⁾。

輸入財と国内財の代替は、Armington 仮説に基づき、CES 関数で捉える。国内向け供給と国外向け供給は CET（固定転換弾力性）関数で生産物の代替関係を捉える。また、中国経済の規模を考慮し、国際価格が中国の輸出入に影響されると仮定している⁸⁾。

モデルの需要構造

農村住民と都市住民の効用関数は Cobb-Douglas 関数を採用し、エネルギーは合成財として消費される。政府消費の効用関数も Cobb-Douglas 関数を採用する。投資需要と中間需要は固定係数で決定する。

所得分配と貯蓄

生産による所得は民間と政府に分けられる。民間所得は労働所得と財産所得税から個人所得税と財産所得税を除いたものであり、固定比率で農村住民と都市住民の間で配分される。政府所得は個人所得税、財産所得税、関税、間接税からなる。但し、当面の扱いとしては、全ての税収が「生産税」（日本の産業連関表付加価値部門における「間接税」）に含めて処理されている。すなわち、個人所得税、財産所得税、関税はゼロと想定されている。貯蓄は民間貯蓄と政府貯蓄からなる。

均衡条件

モデルは中国経済を 6 種類の市場から構成される市場経済として把握する。6 種類の市場とは 35 の産業からなる国内生産物市場、輸出市場、輸入市場と、2 つの労働市場、1 つの資本市場、1 つのドル為替市場である

需給バランスの達成方法としては、価格調整と数量調整の 2 種類が考えられる。価格調整においては、価格が伸縮的に変動することにより、需給バランスが達成される。数量調整においては、価格は市場の外で決められ、需要量もしくは供給量が調整的に変動することより、需給バランスが達成される（江崎（1989））。

各財市場では、国内財の価格調整によって、均衡が達成される。

職工労働市場では、外生的に与えられる労働総供給が非農業部門内（農業の職工をゼロと仮定）の労働需要合計と均衡するよう名目賃金が決定される。

非職工労働市場は、均衡を想定せず、各産業間で分断された非競争型の労働市場で処理するという数量調整型の市場である。つまり、非農業各産業では名目賃金を外生的に与え、

7) 中国の労働市場の現状を考慮し、農村に大量の余剰労働力が存在することと、逆に景気後退による非農業部門の労働力余剰（本モデルでは非職工）が農業に吸収されることが想定されている。

8) 一般に、影響度は低いと想定されたが、特別の産業、例えば農業について、価格弾力性を高くして、中国の農産物の輸入が世界農産物価格に大きく影響すると想定することも可能である。

労働需要を限界条件で決め、農業部門の非職工は総供給量から非農業部門需要量を除いて残差で決定する⁹⁾。

資本市場では総資本が外生的に与えられ、それが各産業間で配分され、各産業の資本レンタル率を限界条件で決める。つまり、数量調整型の市場を想定する。

輸出市場については、中国の輸出価格は中国の輸出供給と外国の輸入需要が均衡する水準で決定されるため、このモデルは通常の「小国の仮定」を想定していない。輸入市場についても同様である¹⁰⁾。

外国為替市場においては、固定為替レートの下で経常収支が数量的に調整することにより需給バランスを達成するケースと、自由変動為替レートの下でドルに対する需給均衡でドル価格を決める価格調整のケースの両方を考慮している。

モデルの Numeraire

モデルでは Walras Law の成立を示す予算制約式を明示的に考慮し、そのうちの名目投資と内外貯蓄のバランス式が均衡価格の絶対水準を決める均衡式であることを明確にしている。つまり、名目投資 (I^n) と国内貯蓄 (S) と海外からの純資本流入 (F) からなる貯蓄のバランス式 ($S+F-I^n$) が価格の絶対水準を決める均衡式である。このバランス式はモデルを解く際に余分な均衡式として落とされ、その価格 (名目貯蓄の価格すなわち単位価格) は Numeraire となる。その為に、モデルでは相対価格ではなく、絶対価格が決められ、量変数の実質値と名目値の両方が得られる¹¹⁾。

動学的連結部分

本モデルは逐次決定型動学モデル(recursive dynamic model) である。モデルでは、総職工労働と総非職工労働供給の成長率、非職工の賃金上昇率、実質投資成長率及び技術進歩や実質輸出額の成長率を外生的に与え、また、資本蓄積で得られた資本ストックを利潤率により各産業に配分することで動学化されている。

3. 貿易自由化と中国経済

3.1 シミュレーションのシナリオ設計

前述したように、中国は WTO への加盟と国内改革の要請に応じて、貿易自由化を段階的に実施してきた。関税率については、単純平均関税率が 1992 年の 43.2%、1993 年の

⁹⁾ 職工と非職工の賃金関係については、独立で処理する場合 (職工賃金が内生、非職工賃金が外生) と連動させる場合 (非職工賃金を産業別に職工賃金と一定の比率関係で保たせる) の両方が可能である。

¹⁰⁾ 輸出価格と輸入価格については、厳密に言えば、リンクモデル、つまり世界モデルで需給均衡を考えなければならない。この問題の詳細説明について、Ezaki and Ito (1995) を参照。

¹¹⁾ Walras Law は、一般に、財市場・労働市場・債券市場・貨幣市場・外国為替市場等の超過需要をすべて合計すれば恒等的にゼロになり、結果として、「超過需要=0」という需給均衡条件の 1 つが余分 (その市場の価格は基準の 1) になることを意味する。ただし、このモデルでは債券市場が明示されず、利子率外生で債券市場の超過需要が常にゼロ (数量調整) になることを暗黙裏に想定しているため、貯蓄投資バランスは貨幣の需給均衡に一致し、貨幣の価格を 1 とする絶対価格が決められることになる。ここで、($S+F-I^n$) は、債券市場の超過需要と貨幣市場の超過需要の和に等しくなることに注意。

35.9%、1996年の23%、1997年の17%となっている。しかし、1997年の関税引き下げ後の関税水準はウルグアイ・ラウンド後の先進国および発展途上国の関税水準より高く、それに加えて、特定の産業および特定の品目において、高関税率が依然として残っている。たとえば、普通乗用車の関税は80%である。WTOに加盟するために、中国は一層の関税引き下げと非関税障壁の撤廃を実施しなければならない。APEC1998年度のIAP個別行動計画年次報告¹²⁾によれば、中国政府は2000年までに平均関税を15%に、2005年までに、農産物の平均関税を15%に、工業製品の平均関税率を10%に、特定品目としての普通乗用車の関税を25%に引き下げ、185品目の情報技術製品の関税率をゼロに引き下げることを新たに約束している。非関税障壁の撤廃については、中国政府は1992年から1997年まで、輸入制限や輸入ライセンスのある品目を徐々に減らして来たが、2010年までに、ほぼすべての輸入に関する非関税障壁を撤廃することを約束している。

上記のような自由化計画が中国経済に与えるインパクトについて、以下でシミュレーション分析を試みる。本稿のシミュレーションで使われている1997年の関税率は1996年4月時点(Zhang, Chen and Li (1998))と1997年10月時点(王柄才(1998))の関税率を加重平均したものである。また、サービス部門の関税はゼロと仮定する。入手できる関税率の産業分類が本稿の産業分類と一致しない場合には調整を加えた。2005年に対して約束された関税率は、農業部門が15%、工業部門が平均で10%である。2005年の工業各部門の関税率は、1997年のレベルに平均の削減率(10%/26%)¹³⁾を乗じて推定した。非関税障壁の関税率換算については、張曙光等(1997)の品目別データ(表4を参照)及び1998年IAPのデータに基づき、産業別データを推測した¹⁴⁾。輸出払戻し税率は、1999年で、服装17%、繊維17%、機械17%、電気・電子17%、運送機器17%、メーター17%、その他の機械・電気17%、残りはそれぞれ15%、13%、5%である¹⁵⁾。

以上の方法で加工された関税率、非関税障壁率及び輸出払戻し税率のデータは、表5に要約されている。表5のデータに基づき、段階的に、関税の切り下げ、非関税障壁の撤廃及び輸出補助金の廃止を外生ショックとしてモデルに与え、ほかの外生的要因や政策変化と組み合わせながら、2010年までのシミュレーションが行われた。モデルにおいては、関税切り下げと輸出払い戻し税の廃止による収入減は政府部門に帰属し、非関税障壁

¹²⁾ APECはIAP(Individual Action Plan on Trade & Investment Liberalization and Facilitation)という国別の年次報告書を出している。

¹³⁾ 1997年の工業部門の平均関税率は26%であり、2005年の約束した工業部門の平均関税率は10%である。1997年から2005年かけて、工業部門の平均削減率は10%/26%であり、各工業部門で同じ削減率が想定されている。

¹⁴⁾ 非関税障壁の関税率換算は、基本的に、内外価格差によって推測されている。その詳細については、張曙光等(1997)を参照。

¹⁵⁾ 輸出払戻し税は、輸出製品の増値税に関する還付である。これは、1991年に輸出財政補助金が廃止された時点で導入された輸出促進策である。輸出払戻し税の還付は、WTOのルールに反する措置ではないが、いずれも廃止方向へ向かうと予想される。ここで使われる輸出払戻し税のデータは『人民日報』(1999.7.19)から引用。

表4 品目別関税率と非関税障壁率
(1994年)

品目	関税率と非関税障壁率 (%)		
	関税率	非関税	関税+非関税
菜種油	25.0	88.60	113.60
食糖	30.0	111.40	141.40
飲料	65.0	40.56	105.56
ベニヤ板	20.0	26.10	46.10
羊毛	15.0	4.20	19.20
カラーテレビ	0.0	18.59	18.59
ビデオデッキ	8.0	46.27	54.27
オートバイ	120.0	11.20	131.20
エアコン	90.0	14.73	104.73
鋼材	15.0	23.76	38.76
銅・銅製品	10.0	7.15	17.15
アルミ製品	18.0	9.49	27.49
ガソリン	9.0	26.24	35.24
軽油	6.0	18.70	24.70
燐酸	0.0	72.40	72.40
合成繊維	15.0	7.01	22.01
天然ゴム	30.0	12.90	42.90
合成ゴム	30.0	12.90	42.90
プラスチック	25.0	11.59	36.59
乗用車	110.0	24.20	134.20
原油	1.5	16.69	18.19
パソコン	7.0	6.02	13.02
カラーブラウン管	15.0	18.59	33.59
小麦	0.0	72.40	72.40
自動電話交換機	12.0	8.98	20.98
総計	21.7	21.55	43.29

表5 シミュレーションに使われる関税率・
非関税障壁率(NTBs)・輸出払戻し税率

産業	関税率・NTBs・輸出払戻し税率 (%)			
	1997年	2005年	1997年	1999年
農業	26.0	15.0	50.0	15.0
電力	0.0	0.0	0.0	0.0
石炭採掘	5.3	2.0	0.0	5.0
石炭製品	5.3	2.0	0.0	5.0
石油ガス	1.9	0.7	17.0	5.0
石油製品	11.1	4.3	25.0	5.0
金属採掘	9.3	3.6	0.0	5.0
非金属採掘	9.3	3.6	0.0	5.0
食品加工	37.2	14.3	50.0	5
紡績業	29.4	11.3	10.0	17.0
服装皮革	28.5	11.0	10.0	17.0
木材加工	20.5	7.9	25.0	5.0
造紙玩具	23.5	9.0	0.0	5.0
化学原料	14.0	5.4	12.0	15.0
建筑材料	23.8	9.1	20.0	15.0
金属冶金	13.1	5.0	0.0	15.0
金属製品	17.6	6.8	25.0	15.0
機械製造	17.9	6.9	10.0	17.0
自動車製造	38.3	14.7	24.0	17.0
運送機械	6.7	2.6	10.0	17.0
電気・電器	18.8	7.2	20.0	17.0
電子・通信	28.5	11.0	10.0	17.0
メーター	18.8	7.2	10.0	17.0
機械修理	0.0	0.0	0.0	0.0
その他製品	27.9	10.7	10.0	15.0

(注) 関税率は関税収入の輸入額に対する比率。非関税障壁率は関税率換算された非関税障壁。輸出払戻し税率は還付された増徴税の輸出額に対する比率。

の撤廃による収入減は民間部門に帰属すると想定されている¹⁶⁾。

基準シナリオ (S0) (ベース・ライン・シナリオ) は、比較の基準になるシミュレーションである。基準シナリオの作成に当たり、外生変数、パラメータ及び各合成関数の代替弾力性を決めなければならない。

主要な外生変数について言えば、職工と非職工の労働供給はそれぞれ1%、非職工賃金は5%、実質投資は第9次5ヵ年計画期の9%で増加すると想定した。輸出関数のスケ

¹⁶⁾ 原データでは、全ての税金が「生産税」に含まれているため、関税率、輸出払い戻し税率はゼロに設定されている。関税率引き下げ(例えば10%)の場合のシミュレーションは、関税率を0.0から0.1に引下げて行われた。輸出払い戻し税率の廃止と非関税障壁の撤廃の場合も同様である。

ール・パラメータは、過去8年間（1987-1995年）の成長率実績（李・薛（1998））に基づいて外挿し、各産業のTFP成長率は、全経済のTFP成長実績（Ezaki and Sun（1999））を基準に適宜割り振っている。為替レートは1997年水準で固定（ゼロ成長）されている。また、中間投入係数は原則としてゼロ成長を想定した。基準シナリオ（S0）の主なマクロ経済指標の1997～2010年の平均成長率は表7の第1欄にまとめられている。

主要なパラメータは1997年産業連関表と『1998年中国統計年鑑』のデータによって計算される。合成関数の代替弾力性については、本モデルでは、6セットの弾力性が外生的に与えられている。労働と資本の代替弾力性及び国内財と輸入財の代替弾力性はGTAP値を使用している。エネルギーと一次投入の代替弾力性、エネルギー間の代替弾力性、職工と非職工の代替弾力性、国内向け供給財と国外向け供給財の転換弾力性は文献調査によって決められる¹⁷⁾。6セットの弾力性に関するセンシティブリティ・テストを行ったが、労働と資本の代替弾力性を除き、モデルの結果に対する影響はきわめて小さい¹⁸⁾。

本稿では基準シナリオに加えて貿易自由化のインパクトを検証するために、7種類の比較シナリオを試みた（表6を参照）。

表6 シミュレーション・シナリオ

シナリオ	内 容
S0	基準シナリオ（本文参照）
S1	1998年から2005年にかけて、1997年の関税水準を線型的に2005年の目標水準に引き下げ
S2	1998年から2010年にかけて、1997年水準の非関税障壁（関税換算）を線型的に2010年のゼロ水準に引き下げ
S3	2000年から2005年にかけて、輸出払戻し税を線型的にゼロ水準に引下げ
S4	S1+S2
S5	S1+S2+S3
S6	S5+2000年から元を20%切下げ関税の引下げ
S7	S5+2000年から個人所得税を5%引き上げ

3.2 シミュレーションの結果

シミュレーション主要な結果は表7にまとめられている。以下、シナリオ順にシミュレーション結果を検討する。

S1シナリオは、基本的に、関税引下げによる輸入価格の減少と政府収入の減少に対応するインパクトを示している。2005年に対する表7のS1欄から、関税引下げにより、実質民間消費が増加、等価変分が増加、デフレーターが低下、政府収入が減少、実質政府消費が減少、経常収支が赤字化、実質輸入が増加、実質輸出が増加、実質GDPが減少する。

¹⁷⁾ 弾力性の決定について、Martin(1993)を参考。

¹⁸⁾ GTAPでは世界諸国に関して、共通の労働・資本弾力性データ（輸入財と国内財の代替弾力性も同じ）が使われ、また、ほかの文献に比べてそのデータはやや高いほうである。しかし、中国に関する諸データはどこからも入手できないから、当面、GTAPのデータを利用することにした。

表8 貿易自由化のインパクト: マクロ経済指標/産業別実質生産額

	標準 シナリオ 1997~ 2010年 成長率 (%)	2005年								2010年							
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
		レベル (億円)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	レベル (億円)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)
マクロ経済指標																	
実質消費	5.9	55852	3.4	0.8	-0.3	4.6	4.2	2.1	1.5	75549	3.6	-0.6	-0.3	2.9	2.5	0.1	-0.4
:農村	5.3	26451	3.5	1.4	-0.2	5.4	5.1	2.1	2.7	34941	3.7	0.5	-0.2	4.5	4.2	1.0	1.5
:都市	6.5	29401	3.4	0.2	-0.4	3.9	3.3	2.2	0.5	40608	3.5	-1.7	-0.4	1.6	0.9	-0.6	-2.1
実質政府消費	7.0	14912	-17.2	-1.7	3.1	-23.3	-19.0	-17.4	-1.1	21031	-20.5	-4.0	2.8	-36.8	-31.8	-30.7	-13.2
実質投資	9.0	56704	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87247	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
実質輸出	7.6	30027	2.3	1.5	-1.0	4.6	3.3	6.9	1.5	43021	3.4	4.3	-0.9	10.3	8.7	12.8	6.6
実質輸入	10.0	26510	1.3	5.8	0.6	8.2	8.9	4.6	12.5	44220	-0.4	9.2	0.5	10.9	11.5	7.9	14.7
実質GDP	7.0	130986	-0.2	-0.7	-0.1	-1.3	-1.4	-0.4	-1.7	182628	0.0	-1.9	-0.1	-3.2	-3.4	-2.4	-3.7
名目政府収入	9.7	21471	-26.9	-8.6	3.7	-39.1	-35.0	-23.9	-16.1	33980	-30.3	-16.9	3.3	-56.0	-52.0	-44.7	-35.5
名目GDP	10.1	165824	-11.6	-10.1	0.4	-23.6	-23.2	-10.8	-21.1	266018	-12.9	-21.1	0.4	-39.1	-38.5	-29.7	-36.8
名目貯蓄	9.9	68648	-10.2	-10.2	0.1	-22.2	-22.1	-9.6	-21.6	110269	-11.3	-21.5	0.1	-37.5	-37.3	-28.3	-36.9
経常収支	-	2858	-16.7	-68.8	-6.4	-103.9	-111.1	-57.2	-150.1	-2305	-3.2	266.3	10.1	356.4	367.9	371.5	445.1
実質等価変分	4.7	53320	3.8	2.0	-0.1	6.4	6.2	2.6	3.8	65965	4.5	4.0	-0.1	9.6	9.5	4.7	6.8
:農村	3.3	23169	3.8	2.4	0.0	6.9	6.8	2.4	4.5	27264	4.4	4.2	0.0	9.7	9.6	4.4	7.1
:都市	5.0	27193	3.6	1.0	-0.3	5.0	4.6	2.5	1.8	34540	4.1	1.1	-0.2	5.4	5.0	2.2	2.0
名目平均賃金	9.8	1.28	-10.3	-9.0	-0.1	-20.9	-21.0	-6.9	-18.8	2.02	-11.5	-18.9	-0.1	-34.0	-34.0	-22.9	-32.2
:職工	5.5	1.55	-14.4	-7.0	1.0	-23.6	-22.6	-7.9	-14.9	1.98	-15.7	-12.5	0.9	-34.2	-33.1	-21.4	-26.1
:非職工	10.8	1.15	-8.6	-9.8	-0.5	-19.8	-20.3	-6.4	-20.4	1.89	-10.1	-21.0	-0.4	-33.9	-34.4	-23.3	-34.3
デフレーター:GDP	2.9	1.27	-11.4	-7.4	0.5	-27.6	-26.9	-17.1	-24.4	1.46	-13.0	-19.6	0.5	-37.1	-36.4	-28.0	-34.3
:民間消費	4.1	1.41	-12.4	-11.0	0.2	-24.8	-24.6	-10.8	-23.1	1.68	-13.5	-21.2	0.2	-38.4	-38.1	-27.6	-36.7
:政府消費	2.5	1.23	-11.7	-7.0	0.7	-20.5	-19.7	-7.9	-15.2	1.38	-12.3	-13.4	0.4	-30.4	-29.7	-20.2	-25.7
:投資	2.0	1.16	-9.8	-7.7	0.4	-18.6	-18.2	-7.5	-16.0	1.29	-11.1	-15.6	0.3	-29.4	-29.0	-20.1	-27.0
:輸出	0.9	1.05	-2.3	-1.5	1.0	-4.5	-3.2	12.3	-1.5	1.13	-3.4	-4.3	0.9	-9.5	-8.2	6.3	-6.4
:輸入	1.1	1.08	0.3	1.0	0.1	1.9	1.9	22.1	2.1	1.15	0.2	2.6	0.0	4.7	4.6	26.0	4.7
産業別実質生産額																	
農業	2.1	29402	2.8	1.6	0.2	4.9	5.1	-0.7	4.1	32422	3.7	3.1	0.1	8.3	8.5	2.0	7.2
電力	7.0	7543	0.3	-1.1	-0.3	-0.7	-1.1	1.1	-2.2	10397	0.5	-2.4	-0.2	-2.1	-2.5	-0.2	-3.7
石炭採掘	5.4	3454	0.6	-0.9	-0.3	-0.2	-0.6	1.9	-1.8	4402	0.8	-1.4	-0.3	-0.2	-0.7	1.8	-1.9
石炭製品	7.4	789	1.6	-1.6	-0.5	0.4	-0.3	2.9	-2.9	1113	1.9	-3.4	-0.5	-0.6	-1.4	2.0	-4.2
石油・ガス	7.2	3003	4.0	-2.0	-0.6	2.9	2.2	6.4	-0.5	4016	5.1	-2.8	-0.6	5.1	4.2	9.5	1.3
石油・ガス製品	8.1	5390	0.2	-1.4	-0.2	-1.1	-1.4	0.7	-2.3	7732	0.7	-2.2	-0.2	-1.1	-1.5	1.1	-2.4
金属採掘	9.0	2405	1.8	-0.6	-0.7	2.2	1.3	8.2	-1.9	3660	2.9	0.2	-0.7	6.6	5.4	13.2	2.0
非金属採掘	8.3	3374	0.4	0.4	-0.2	1.1	0.8	3.1	-0.1	5008	0.9	1.2	-0.2	2.9	2.5	4.9	1.5
食品加工	2.5	17399	1.5	0.4	0.2	0.7	0.9	-3.8	-0.5	19060	2.1	1.0	0.2	-0.6	-0.3	-6.4	-2.0
紡績・織物	6.4	15787	0.9	3.8	-1.1	6.2	4.5	7.6	2.3	20754	2.9	12.7	-0.9	21.6	19.5	22.4	16.7
服装・皮革	7.7	11258	3.9	1.6	-1.5	6.2	3.9	7.6	2.0	15903	5.6	5.4	-1.3	13.9	11.1	14.5	8.9
木材加工・家具	8.3	4301	0.2	0.5	-0.2	0.7	0.5	3.0	-0.4	6329	0.7	1.5	-0.1	2.3	2.0	4.2	1.0
紙・玩具・文具	7.5	7910	-1.6	0.2	-0.1	-1.5	-1.6	1.7	-1.5	11274	-1.0	1.6	-0.1	0.6	0.5	3.8	0.5
化学原料・製品	7.4	27395	1.5	-0.2	-0.5	2.0	1.3	4.2	-0.4	38356	2.8	2.0	-0.5	7.2	6.2	9.4	4.3
建材・非金属	8.9	17570	-0.3	-0.2	-0.1	-0.6	-0.7	0.7	-1.1	26825	-0.2	-0.5	-0.2	-0.8	-1.0	0.4	-1.4
金属	9.2	15995	1.0	-2.9	-0.6	-1.3	-2.2	2.8	-4.6	24421	1.8	-4.0	-0.6	0.0	-1.0	4.5	-3.6
金属製品	8.6	9661	0.1	0.0	-0.5	0.4	-0.2	3.2	-1.4	14637	0.6	0.4	-0.5	1.9	1.3	4.7	-0.1
一般機械	9.0	16475	-0.3	-3.4	-0.5	-3.5	-4.1	0.0	-6.0	25090	0.3	-4.8	-0.5	-3.1	-3.8	0.8	-5.8
自動車	8.5	5850	-3.1	-0.3	-0.1	-3.4	-3.5	-1.2	-4.0	8765	-2.8	-0.2	-0.1	-2.7	-2.9	-0.5	-3.4
他輸送機械	9.5	4735	2.9	-1.6	-0.7	1.8	0.9	3.8	-1.4	7443	3.1	-3.1	-0.7	0.9	-0.1	3.0	-2.5
電気機械	9.1	11285	1.0	0.3	-0.8	1.7	0.7	4.7	-1.3	17343	1.6	0.7	-0.7	3.5	2.4	6.5	0.1
電子・通信機器	9.4	10074	3.0	3.6	-2.2	8.2	5.2	12.8	2.2	15804	4.6	8.2	-2.3	17.9	14.2	23.4	10.6
精密機械	9.0	1656	6.1	6.6	-0.5	15.2	14.4	21.6	10.9	2550	7.6	13.5	-0.5	28.0	27.0	35.8	23.0
機械設備修理	7.9	1331	-1.8	-0.8	0.2	-3.2	-2.9	-1.1	-1.7	1922	-2.0	-1.9	0.2	-5.5	-5.2	-3.3	-4.0
その他製造業	7.8	5203	-0.1	-0.3	-0.3	-0.2	-0.6	2.4	-2.2	7556	0.5	0.1	-0.3	1.2	0.7	3.8	-1.0
建設	9.1	35149	-0.2	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.1	0.0	53889	-0.2	-0.1	0.0	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2
貨物運送・倉庫	7.9	6826	0.3	-0.6	-0.3	-0.2	-0.6	1.4	-1.6	9924	0.6	-0.9	-0.3	0.1	-0.4	1.8	-1.5
旅客運送	8.0	2497	-2.2	-1.3	0.3	-4.5	-4.0	-1.6	-2.7	3690	-3.0	-4.5	0.3	-11.0	-10.3	-8.0	-8.8
郵便・通信	9.1	3959	-1.3	-1.2	0.0	-3.0	-2.9	-0.7	-2.4	6045	-1.5	-3.1	0.0	-6.2	-6.1	-4.0	-5.7
商業	7.7	19985	0.2	-0.8	-0.3	-0.7	-1.1	1.0	-2.4	28875	0.5	-1.7	-0.3	-1.6	-2.1	0.0	-3.3
飲食業	6.3	3734	0.0	0.6	0.1	0.3	0.5	1.0	0.5	5011	0.5	2.2	0.1	2.0	2.3	2.3	2.4
公共サービス	7.9	13794	-1.5	-1.3	0.2	-3.6	-3.3	-0.6	-2.6	20244	-1.8	-3.5	0.2	-7.9	-7.5	-5.1	-6.7
文教衛生科研	7.4	11652	-8.3	-1.7	1.5	-12.4	-10.4	-9.5	-2.4	16628	-10.0	-4.6	1.4	-21.6	-19.1	-18.6	-10.9
金融保険	8.2	6778	-0.2	-1.7	-0.2	-2.2	-2.5	0.0	-3.8	10063	-0.2	-4.0	-0.2	-5.3	-5.6	-3.2	-6.9
公務・その他	7.1	7642	-17.2	-1.7	3.0	-23.2	-18.9	-17.2	-1.0	10771	-20.4	-3.9	2.8	-36.7	-31.6	-30.6	-13.0

(注) S0~S7については表7を参照。変動率は貿易自由化シナリオ(S1~S7)の基準シナリオ(S0)からの乖離を示す。等価変分はレベル×変動率で計算されている。名目平均賃金のS0(レベル)の単位は1万円。デフレータの単位は1997年=1.0。標準シナリオにおいて、経常収支は黒字から赤字に転換するために平均成長率が計算できない。

また、産業別の実質生産額が特に文教衛生科研サービス、公務・その他で大きく減少し、消費財各部門（農業、石油・ガス、服装・皮革、電子・通信機器、精密機械など）でかなり増加している。前者は関税収入減による負の所得効果、後者は自由化による価格下落の正の効果と考えられる。

付録 C の表 C1～C5 から理解されているように、産業別の生産物価格は全て減少する。特に、上記の消費財関連部門で下落が大きい。労働需要（職工）は、文教衛生科研サービス、公務・その他の部門で大きく減少、残りの全ての部門で増加する。労働需要（非職工）は、文教衛生科研サービス、公務・その他の2部門で大きく減少、残りの部門でかなり減少する¹⁹⁾。産業別の実質輸入については、特に関税引下げ率の高い産業（食品、自動車など）で増加し、残りのかなりの産業で減少している。関税引下げにも関わらず多くの産業で輸入が減少するのは、それらの産業でコストダウンによる生産物価格の低下が著しいからである。産業別の実質輸出については、文教衛生科研サービス、公務・その他を除くほぼ全ての産業で増加している。これはコストダウンによる生産物価格の減少による。

表 7 右辺の S1 欄から 2010 年に対するインパクトが、2005 年に対するそれと方向はほぼ同じで、度合いが若干増幅されていることがわかる。但し、GDP に対する負の効果は消費面における正の効果の累積により相殺されている。

以上の観察から、関税引下げのインパクトを以下のように要約することが出来る。関税引下げは物価を下げ、消費水準を高める点で消費者の厚生に貢献する。GDP の減少はあまり大きくない点で、生産面あるいは成長面での負の効果は小さい。政府部門の収入、支出、生産面に対する負の効果が大いことは言うまでもない。これらのインパクトは時間的に同方向で累積する。

S2 シナリオは、基本的に、非関税障壁の撤廃による輸入価格の減少と民間所得の減少に対応するインパクトを示す。2005 年に対する表 7 の S2 欄から明らかなように、関税引下げと異なり、非関税障壁の撤廃は民間収入の減少（負の所得効果）に帰着するため、民間消費の増加、物価下落、実質政府収入と消費の減少は、S1 シナリオに比べて小さくなる。また、関税率換算の非関税障壁の撤廃幅が大きいため（表 5 参照）、実質輸入は著しく増大し、経常収支赤字化の度合いは著しく大きくなる。消費増の鈍化と輸入の急増により実質 GDP はかなりの幅で減少する。また、産業別の実質生産額は、減少する産業が多くなっている（言うまでもなく、政府部門の減少幅は縮小）。

付録 C の表 C1～C5 から、産業別の生産価格の減少幅は、一般に、S1 シナリオに比べて小さくなっている。労働需要は、S1 シナリオに比べて、公務などの政府部門の減少幅が縮小し、他の部門においては、一般に、非関税障壁の撤廃幅に対応して、減少幅が大きくなり、増加幅が小さくなっている。産業別の実質輸入については、非関税障壁撤廃幅

¹⁹⁾ 非職工の労働需要が多くの場合に減少しているのは、非職工賃金を外生的に処理し、5%で成長すると想定したことによる。職工賃金は需給均衡で変動するから、非職工賃金を職工賃金に連動させることも考えられる。

の大きい産業（特に農業、食品、石油・ガスなど）で増加し、残りのかなりの産業において、所得減、消費減、生産減の結果として減少する。産業別の実質輸出の変動は産業別生産の変動にほぼ対応する。

2010年に対するインパクト（表7右辺のS2欄）は、非関税障壁撤廃のプロセスが2010年まで継続されるため、マイナスの効果が全面的に累積する。例えば、実質消費の変動はマイナスになり、実質GDPの減少幅は-1.9%に達する。

以上の観察から、非関税障壁撤廃のインパクトは、関税引下げのインパクトに比べ、中国経済に対しより深刻な影響を及ぼすことが理解される。完全撤廃の2010年段階で、消費は減少、GDPは減少、経常収支は大幅赤字、産業別実質生産はほぼ全ての産業でマイナスになる。但し、物価水準の大幅な低下により、等価変分はプラスの水準に保たれている。

S3シナリオは、基本的に、輸出払戻し税の廃止による輸出の減少と政府収入の増加に対応するインパクトを示す。2005年に対する表7のS3欄から理解されるように、政府収入増と輸出減の結果として、実質GDPは減少、民間消費は減少、政府消費は増加、経常収支は減少、物価の上昇に帰着する。従って、その中国経済に対するインパクトは基本的にマイナス方向の効果となっているが、その度合いは一般に小さい。産業別に見ても、2010年で見ても全く同様である。

S4シナリオは、関税引下げと非関税障壁の撤廃を組み合わせたシナリオであるため、基本的に、両シナリオの合計効果が期待されているが、表7のS4欄から明らかなように、それは相乗効果として現れている。即ち、S1とS2両シナリオにおける実質GDPの減少、経常収支黒字の減少（赤字の増加）、物価の下落は大きく増幅されるとともに、S1シナリオの消費増は、S2シナリオの消費減によって、単純合計以上に相殺されている。従って、関税引下げと非関税障壁の撤廃の組み合わせたシナリオはプラスの効果よりマイナスの効果が大きくなると判断される。

S5シナリオは、関税引下げと非関税障壁撤廃の組み合わせたシナリオと輸出払戻し税廃止のシナリオを組み合わせたシナリオであるから、S3とS4両シナリオの合計効果が期待されているが、表7のS5欄から明らかなように、S3シナリオの効果が小さいために、相乗効果に至っていない。S5シナリオのインパクトはS4シナリオのそれとほぼ同じである。

S6シナリオは、自由化による輸入増と輸出減を為替の切り下げでいかに修復するかを視点にして試みられている。表7のS6欄から、20%の為替切り下げにより、実質GDPの減少、経常収支の悪化、政府収入の減少が大きく修復される反面、実質民間消費の増加、等価変分の増加、物価の低下は大きく減殺されることがわかる。実質輸出が大きく増え、実質輸入が大きく減少することは言うまでもない。産業別に見た時、為替切り下げは、基本的には貿易自由化のプラスとマイナスの効果を緩和・相殺する方向で作用しているが、各産業に平等に影響を及ぼす点で、関税引下げ、非関税障壁撤廃、輸出払戻し税廃止の場

合と異なって来る。為替切り下げを併用することは、中国経済に対する貿易自由化の負のインパクトを和らげるため有効であるが、正のインパクトを相殺する側面も無視できない。

S7シナリオは、自由化による政府収入減を増税によりいかに修復するかの視点で試みられている。表7のS7欄から、5%の所得税増税は、政府収入を大幅に改善する反面、他の多くの側面でマイナスの効果を増幅していることがわかる。すなわち、実質民間消費は増加が鈍化（2005年）あるいは絶対的減少（2010年）、実質GDPはさらに減少、経常収支はさらに悪化、等価変分は増加が鈍化、物価の低下は若干減殺されている。従って、所得税の増税を併用することは、中国経済に対する貿易自由化の負のインパクトを和らげるためにはあまり効果があるとは言えない²⁰⁾。

4. むすび

本稿では、1997年の産業連関表に基づくCGEモデルを用いて、貿易自由化が中国経済に与えるマクロ及び産業レベルのインパクトを、関税引下げ、非関税障壁の撤廃、輸出払戻し税の廃止に焦点をあてながら、1997～2010年の動学シミュレーションにより、成長・産業構造・雇用・貿易などの視点から数量的に分析・検討した。その結果は以下のように要約される。

関税引下げは物価を下げ、消費水準を高める点で消費者の厚生に貢献する。GDPの減少はあまり大きくない点で、生産面あるいは成長面での負の効果は小さい。政府部門の収入、支出、生産面に対する負の効果大きい。非関税障壁撤廃のインパクトは、関税引下げのインパクトに比べ、中国経済に対しより深刻な影響を及ぼす。完全撤廃の2010年段階で、消費は減少、GDPは減少、経常収支は大幅赤字、産業別実質生産はほぼ全ての産業でマイナスになる。輸出払戻し税の撤廃のインパクトは、基本的に、マイナス方向の効果となっているが、その度合いは一般に小さい。関税引下げと非関税障壁の撤廃を組み合わせた場合、両者の合計効果が期待されるが、それは相乗効果として現れている。関税引下げと非関税障壁の撤廃の組み合わせは、プラスの効果よりマイナスの効果が大きくなると判断される。関税引下げと非関税障壁撤廃に輸出払戻し税廃止を組み合わせ場合、後者の効果が小さいために、前者の効果とほぼ同じであり、また相乗効果には至っていない。為替切り下げを併用することは、中国経済に対する貿易自由化の負のインパクトを和らげるため有効である。但し、正のインパクトを相殺する側面がある。所得税の増税を併用することは、中国経済に対する貿易自由化の負のインパクトを和らげるためにはあまり効果がない。

以上の要約から理解されるように、貿易自由化措置の実施は中国のマクロ経済と各産業に正と負の影響をもたらす。正の効果は消費水準（経済厚生）の増大であり、価格下落に

²⁰⁾ 本モデルでは、投資は政府・民間に分割されず、全て外生で処理されているため、政府収入回復による投資増を考慮できない点に限界がある。また、詳細な税収分類を取り入れていないために、増税の所得分配効果も考慮できない。

よる消費財関連産業の生産・雇用増である。負の効果は GDP の減少であり、多くの産業における生産・雇用減である。中国の貿易自由化に関する本稿の結果は、基本的に、表 3 に要約された諸研究の結論と同一の方向にあるが、特に、GDP に対する負の効果の点では異なっている。その理由は、GDP に対する効果を明示している川崎（1997, 1999）あるいは李・翌・徐（1999）の場合、MFA（多国間繊維協定）撤廃を含め、中国のみならず他の国々の自由化措置も考慮した分析になっているからである²¹⁾。本稿の分析は、中国が一方向的に貿易自由化を実施したケースであり、特に非関税障壁を撤廃した場合の大きな負の効果は強調に値する。MFA の撤廃が中国経済特に繊維産業に大きな正の効果を与えることは確かであり、この点で本稿の 1 国分析には限界がある。しかしながら、自由化により現時点で比較優位にある繊維産業を優先すると同時に、潜在的な比較優位と大きな波及効果をもつ幼稚産業（例えば自動車産業）をいかにして育てるかという長期の問題が残る。結論的に言えば、中国は、世界経済統合の大きな流れの中で、WTO への加盟を実現し、自由貿易のメリットを最大限に引き出さなければならない。同時に、短期的な利益と中長期の利益とのバランスをいかにとるか、また、負の影響を和らげるためにいかなる政策を講じるかが問われている。

参考文献

日本語文献

- 青木健・馬田啓一（1998）『WTO とアジアの経済発展』、東洋経済新報社。
- 江崎光男・孫林・金城盛彦（1999）「日中 CDM のマクロ経済分析—炭素税導入のケース・スタディ」、名古屋大学大学院国際開発研究科、Discussion Paper No.74.
- 江崎光男（1989）「石油価格変化のマクロ・インパクト—日本経済の一般均衡（CGE）分析」、『季刊理論経済学』、Vol. 40、No. 2、pp.65-85。
- 川崎健一・串馬輝保・三藤真紀（1997）「APEC 貿易自由化の経済効果：CGE モデルによるシミュレーション分析」、『海外投資研究所報』、日本輸出銀行海外投資研究所、第 23 巻 12 号、pp.4-35。
- 川崎健一（1999）『応用一般均衡モデルの基礎と応用』、日本評論社。
- 賈宝波（2000）「中国の WTO 加盟交渉の現状、課題および今後の展望」、『貿易と関税』、日本関税協会、2000 年第 1 号、pp.82-97.
- 孫林（2000）「中国の経済成長—生産性（TFP）及び CGE モデルによる数量分析」、博士論文、名古屋大学国際開発研究科、2000 年 3 月 8 日。
- 通産省（1999）『不公正貿易報告書—WTO 協定から見た主要国の貿易政策』。

²¹⁾ 川崎（1997, 1999）は、GTAP 型の世界モデルに基づき、APEC ボゴール宣言を各加盟国が完全実施したケースの比較静学分析（関税撤廃のみ）である。李・翌・徐（1999）は、基本的に、動学的 1 国モデルに世界モデルも組み合わせてシミュレーション分析を行い（非関税障壁の撤廃を含む）、特に MFA が廃止される状況を考慮している。

中国語文献

- 李強・薛天棟 (1998) 『中国經濟發展部門分析兼新編可比價格投入產出序列表』、中国統計出版社。
- 李善同・翌凡・徐林 (1999) 「加入世界貿易組織对中国的影響分析」、『中国發展研究』、中国發展出版社、pp.358-394。
- 王直・王慧炯・李善同・翌凡 (1997) 「中国加入世貿組織对世界勞働密集產品市場与美国農業出口的影響」、『經濟研究』、No.4、pp.54-65。
- 王柄才 (1998) 『与狼共舞—中国加入 WTO』、中国書籍出版社。
- 翌凡・李善同・王直(1996) 「關稅減讓、国内稅代替和其收入分配效果」、『經濟研究』、No.12、pp.41-50。
- 張曙光・張燕生・万中心 (1997) 「中国貿易保護代價的實証分析」『經濟研究』、No.2、pp.12-22。
- 中国国家統計局『中国統計年鑑』(1998年版、1999年版)、中国統計出版社。

英語文献

- Dervis K., J. de Melo and S. Robinson (1982), *General Equilibrium Models for Development Policy*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Ezaki, Mitsuo and Lin Sun (1999), "Growth Accounting of China for National, Regional, and Provincial Economies: 1981-1995", *Asian Economic Journal*, Volume 13, No.1, pp39-71.
- Ezaki, Mitsuo and Shoichi Ito (1995), "The Flying-Geese Pattern of Development in East Asia: A General Equilibrium Approach," Graduate School of International Development, Nagoya University, Discussion Paper No.31.
- Feng, L. and Y. Huang (1997), "China's Trade Liberalization and Structural Adjustments for the World Economy", *Asian Economic Journal*, Volume 11, No.3, pp283-297.
- People's Republic of China (1998), "IAP (Individual Action Plan on Trade & Investment Liberalization and Facilitation)," APEC Home Page.
- Martin, Will (1993), "Modeling the Post-Reform Chinese Economy," *Journal of Policy Modeling*, Vol.15, pp.545-579.
- Wang, Zhi and Zhai Fan (1998), "Tariff Reduction, Tax Replacement, and Implications for Income Distribution in China", *Journal of Comparative Economics*, Vol.26, pp.358-387.
- Yang, Y. (1995), "Policy Options for China in the Uruguay Round Trade Liberalization. in China and East Asia Trade Policy," Volume III: China and the World Trading System, *Pacific Economic Papers*, 250(December), pp.8.1-8.26.
- Zhang, X. and P. Warr (1995), "China's Entry to GATT: A general Equilibrium Analysis of Tariff Reduction. In China and Asia Trade Policy," Volume III: China and the World Trading System, *Pacific Economic Papers*, 250(December): pp. 3.1-3.19.
- Zhang Yunling, Chen Wenjing, Li Kai (1998), "Trade Impediments and Impact of Liberalization in China," *Impediments to Trade in APEC: The Case of China, Indonesia and the Philippines*, APEC Study Center, Institute of Developing Economies, Tokyo, pp.1-82.

価格恒等式

$$\begin{aligned}
(1) \quad & PM_i = PM\$_i \cdot (1 + \bar{tm}_i + \bar{tn}_i) \cdot ER \\
(2) \quad & PES_i = PE\$_i \cdot ER \cdot (1 + \bar{te}_i) \\
(3) \quad & PX_i = (PD_i \cdot D_i^S + PES_i \cdot E_i^S) / X_i^S \\
(4) \quad & PN_i = PX_i - \sum_{j=2,3,4,5,6} P_j \cdot \bar{a}_{ji} - PX_i \cdot \bar{td}_i
\end{aligned}$$

国内向け供給と国外向け供給

$$\begin{aligned}
(5) \quad & D_i^S = \bar{A}_{Ti}^{\sigma_{Ti} \rho_{Ti}} \cdot (\alpha_{DSi} \cdot PX_i / PD_i)^{\sigma_{Ti}} \cdot X_i^S \\
(6) \quad & E_i^S = \bar{A}_{Ti}^{\sigma_{Ti} \rho_{Ti}} \cdot (\alpha_{ESi} \cdot PX_i / PES_i)^{\sigma_{Ti}} \cdot X_i^S \\
& \text{where } X_i^S = \bar{A}_{Ti} \cdot (\alpha_{ESi} \cdot (E_i^S)^{\rho_{Ti}} + \alpha_{DSi} \cdot (D_i^S)^{\rho_{Ti}})^{1/\rho_{Ti}} \\
& \sigma_{Ti} = 1/(1 - \rho_{Ti}), \quad \rho_{Ti} > 1
\end{aligned}$$

生産関数

$$\begin{aligned}
(7) \quad & X_i^S = \bar{A}_{Xi} \cdot (\alpha_{Ei} \cdot Q_{Ei}^{\rho_{Xi}} + \alpha_{Vi} \cdot V_i^{\rho_{Xi}})^{1/\rho_{Xi}} \\
& \text{where } \alpha_{Ei} + \alpha_{Vi} = 1, \quad \sigma_{Xi} = 1/(1 - \rho_{Xi}), \quad \rho_{Xi} < 1
\end{aligned}$$

エネルギー需要

$$\begin{aligned}
(8) \quad & Q_{Ei} = \bar{A}_{Xi}^{\rho_{Xi} \sigma_{Xi}} \cdot (\alpha_{Ei} \cdot PN_i / P_{Ei})^{\sigma_{Xi}} \cdot X_i^S \\
(9) \quad & P_{Ei} = \bar{A}_{Ei}^{-1} \cdot \left(\sum_{j=2} \delta_{Eji}^{\sigma_{Ei}} \cdot (P_j)^{-\rho_{Ei} \sigma_{Ei}} \right)^{-1/\rho_{Ei} \sigma_{Ei}} \quad (j=2,3,4,5,6) \\
(10) \quad & a_{Ei} = \bar{A}_{Xi}^{\rho_{Xi} \sigma_{Xi}} \cdot (\alpha_{Ei} \cdot PN_i / P_{Ei})^{\sigma_{Xi}} \\
(11) \quad & a_{ji} = \bar{A}_{Ei}^{\rho_{Ei} \sigma_{Ei}} \cdot (\delta_{Eji} \cdot P_{Ei} / P_j)^{\sigma_{Ei}} \cdot a_{Ei} \quad (j=2,3,4,5,6) \\
& \text{where } a_{Ei} = Q_{Ei} / X_i, \quad a_{ji} = Q_{ji} / X_i \quad (j=2,3,4,5,6)
\end{aligned}$$

$$Q_{Ei} = \bar{A}_{Ei} \cdot \sum_{j=2}^6 (\delta_{Eji} \cdot Q_{ji}^{\rho_{Ei}})^{1/\rho_{Ei}} \quad a_{Ei} = \bar{A}_{Ei} \cdot \sum_{j=2}^6 (\delta_{Eji} \cdot (a_{ji}^E)^{\rho_{Ei}})^{1/\rho_{Ei}}$$

$$P_{Ei} \cdot Q_{Ei} = \sum_{j=2}^6 P_j \cdot Q_{ji} \quad P_{Ei} \cdot a_{Ei} = \sum_{j=2}^6 P_j \cdot a_{ji}$$

一次要素需要

$$\begin{aligned}
(12) \quad & V_i = \bar{A}_{V1} \cdot (\alpha_{L1} \cdot L_i^{\rho_{V1}} + \alpha_{K1} \cdot K_i^{\rho_{V1}})^{(1/\rho_{V1})} \\
(13) \quad & V_i = \bar{A}_{Xi}^{\rho_{Xi} \sigma_{Xi}} \cdot (\alpha_{Vi} \cdot PN_i / P_{Vi})^{\sigma_{Xi}} \cdot X_i^S \quad (i \neq 1) \\
(14) \quad & P_{V1} = \bar{A}_{X1}^{\rho_{X1}} \cdot \alpha_{V1} \cdot PN_1 \cdot (X_1^S / V_1)^{(1-\rho_{X1})} \\
(15) \quad & P_{Vi} = \bar{A}_{Vi}^{-1} \cdot (\alpha_{Li}^{\sigma_{Vi}} \cdot (W_i)^{-\rho_{Vi} \sigma_{Vi}} + \alpha_{Ki}^{\sigma_{Vi}} \cdot (R_i)^{-\rho_{Vi} \sigma_{Vi}})^{-1/\rho_{Vi} \sigma_{Vi}} \quad (i \neq 1)
\end{aligned}$$

$$\text{where } V_i = \bar{A}_{Vi} \cdot (\alpha_{Li} \cdot L_i^{\rho_{Vi}} + \alpha_{Ki} \cdot \bar{K}_i^{\rho_{Vi}})^{1/\rho_{Vi}}$$

$$\alpha_{Li} + \alpha_{Ki} = 1 \quad \sigma_{Vi} = 1/(1 - \rho_{Vi}), \quad \rho_{Vi} < 1$$

労働市場

$$(16) \quad L_i = L_{Ui}$$

$$(17) \quad L_i = \bar{A}_{Vi}^{\rho_{Vi} \sigma_{Vi}} \cdot (\alpha_{Li} \cdot PV_i / W_i)^{\sigma_{Vi}} \cdot V_i \quad (i \neq 1)$$

$$(18) \quad W_i = \bar{A}_{V1}^{\rho_{V1}} \cdot \alpha_{V1} \cdot PV_1 \cdot (V_1 / L_1)^{(1 - \rho_{V1})}$$

$$(19) \quad W_i = \bar{A}_{Li}^{-1} \cdot (\alpha_{Ui}^{\sigma_{Li}} \cdot W_{Ui}^{-\rho_{Li} \sigma_{Li}} + \alpha_{Wi}^{\sigma_{Li}} \cdot (W_{Wi})^{-\rho_{Li} \sigma_{Li}})^{-1/\rho_{Li} \sigma_{Li}}$$

$$\text{where } L_i = \bar{A}_{Li} \cdot (\alpha_{Ui} \cdot L_{Ui}^{\rho_{Li}} + \alpha_{Wi} \cdot L_{Wi}^{\rho_{Li}})^{1/\rho_{Li}} \quad (i \neq 1)$$

$$\alpha_{Ui} + \alpha_{Wi} = 1 \quad \sigma_{Li} = 1/(1 - \rho_{Li}), \quad \rho_{Li} < 1$$

非職工労働市場

$$(20) \quad L_{Ui} = \bar{A}_{Li}^{\rho_{Li} \sigma_{Li}} \cdot (\alpha_{Ui} \cdot W_i / W_{Ui})^{\sigma_{Li}} \cdot L_i \quad \text{and } W_{Ui} = \bar{W}_{Ui} \quad (i = 2 \dots 35)$$

$$(21) \quad L_{U1} = \bar{L}_U^S - \sum_{i=2}^{35} L_{Ui}$$

$$(22) \quad W_{U1} = W_1$$

$$(23) \quad W_U = \sum W_{Ui} L_{Ui} / \bar{L}_U^S$$

職工労働市場

$$(24) \quad L_{W1} = 0$$

$$(25) \quad L_{Wi} = \bar{A}_{Li}^{\rho_{Li} \sigma_{Li}} \cdot (\alpha_{Wi} \cdot W_i / W_{Wi})^{\sigma_{Li}} \cdot L_i \quad (i \neq 1)$$

$$(26) \quad W_{Wi} = \lambda_{Wi} \cdot W_W \quad (i \neq 1)$$

$$(27) \quad L_{Wi}^* = \lambda_{Wi} \cdot L_{Wi} \quad (i \neq 1)$$

$$(28) \quad L_W = \sum L_{Wi} \quad (L_W = \bar{L}_W^S) \quad \text{and } W_W = W_W^e \quad (W^e: \text{均衡賃金率}) \quad (i \neq 1)$$

$$(29) \quad L_W^* = \sum L_{Wi}^* \quad (i \neq 1)$$

$$(30) \quad \lambda_w = L_W^* / L_W^S \quad (\lambda_{w0} = 1.0, L_W^S = L_W^*, \sum W_{Wi} L_{Wi}^* = W_W L_W^* \text{ for } 1997)$$

資本市場

$$(31) \quad K_i = \bar{K}_i$$

$$(32) \quad R_i = \bar{A}_{Vi}^{\rho_{Vi}} \cdot \alpha_{Ki} \cdot PV_i \cdot (V_i / K_i)^{1 - \rho_{Vi}}$$

$$(33) \quad R = \sum R_i \cdot K_i / \bar{K}^S \quad \sum K_i = \bar{K}^S$$

分配所得と貯蓄

$$(34) \quad Y_p = (1 - \bar{t}_{y_U}) \cdot W_U \cdot \bar{L}_U^S + (1 - \bar{t}_{y_W}) \cdot W_W \cdot \bar{L}_W^S + (1 - \bar{t}_{y_K}) \cdot R \cdot \bar{K}^S$$

$$+ \sum \bar{m}_i \cdot PM\$_i \cdot ER \cdot M_i$$

$$(35) \quad Y_G = \bar{t}y_U \cdot W_U \cdot \bar{L}_U^S + \bar{t}y_W \cdot W_W \cdot \bar{L}_W^S + \bar{t}y_K \cdot R \cdot \bar{K}^S + \sum \bar{t}d_i \cdot PX_i \cdot X_i^S \\ + \sum \bar{t}m_i \cdot PM\$_i \cdot ER \cdot M_i - \sum \bar{t}e_i \cdot PE\$_i \cdot ER \cdot E_i$$

$$(36) \quad Y_{PA} = \psi \cdot Y_P$$

$$(37) \quad Y_{PN} = (1 - \psi) \cdot Y_P$$

$$(38) \quad S = s_{PA} \cdot Y_{PA} + s_{PN} \cdot Y_{PN} + s_G \cdot Y_G$$

都市住民實質消費支出

$$(39) \quad C_{Aj} = \gamma_{Aj} \cdot (1 - \bar{s}_{PA}) \cdot Y_{PA} / P_j \quad (j \neq 2, 3, 4, 5, 6)$$

$$(40) \quad C_{Aj} = \bar{A}_{ECA}^{\rho_{EA}\sigma_{EA}} \cdot (\delta_{ECAj} \cdot P_{ECA} / P_j)^{\sigma_{EA}} \cdot C_{EA} \quad (j = 2, 3, 4, 5, 6)$$

$$(41) \quad P_{ECA} = \bar{A}_{ECA}^{-1} \cdot \left(\sum \delta_{ECAj}^{\sigma_{EA}} \cdot P_j^{-\rho_{EA}\sigma_{EA}} \right)^{-1/\rho_{EA}\sigma_{EA}} \quad (j = 2, 3, 4, 5, 6)$$

$$(42) \quad C_{EA} = \gamma_{EA} \cdot (1 - \bar{s}_{PA}) \cdot Y_{PA} / P_{ECA} \quad (\gamma_{EA} = \sum_{j=2}^6 \gamma_{Aj})$$

$$\text{where } C_{EA} = \bar{A}_{ECA} \cdot \sum_{j=2}^6 (\delta_{ECAj} \cdot C_{Aj}^{\rho_{EA}})^{1/\rho_{EA}}, \quad P_{ECA} \cdot C_{EA} = \sum_{j=2}^6 P_j \cdot C_{Aj}$$

$$(43) \quad C_A = \sum_{j=1}^{35} C_{Aj}$$

$$(44) \quad PC_A = (1 - \bar{s}_{PA}) \cdot Y_{PA} / C_A \quad (PC_A \cdot C_A \equiv \sum P_j \cdot C_{Aj})$$

農村住民實質消費支出

$$(45) \quad C_{Nj} = \gamma_{Nj} \cdot (1 - \bar{s}_{PN}) \cdot Y_{PN} / P_j \quad (j \neq 2, 3, 4, 5, 6)$$

$$(46) \quad C_{Nj} = \bar{A}_{ECN}^{\rho_{EN}\sigma_{EN}} \cdot (\delta_{ECNj} \cdot P_{ECN} / P_j)^{\sigma_{EN}} \cdot C_{EN} \quad (j = 2, 3, 4, 5, 6)$$

$$(47) \quad P_{ECN} = \bar{A}_{ECN}^{-1} \cdot \left(\sum \delta_{ECNj}^{\sigma_{EN}} \cdot P_j^{-\rho_{EN}\sigma_{EN}} \right)^{-1/\rho_{EN}\sigma_{EN}} \quad (j = 2, 3, 4, 5, 6)$$

$$(48) \quad C_{EN} = \gamma_{NE} \cdot (1 - \bar{s}_{PN}) \cdot Y_{PN} / P_{ECN} \quad (\gamma_{EN} = \sum_{j=2}^6 \gamma_{Nj})$$

$$\text{where } C_{EN} = \bar{B}_{ECN} \cdot \sum_{j=2}^6 (\delta_{ECNj} \cdot C_{Nj}^{\rho_{EN}})^{1/\rho_{EN}}, \quad P_{ECN} \cdot C_{EN} = \sum_{j=2}^6 P_j \cdot C_{Nj}$$

$$(49) \quad C_N = \sum_{j=1}^{35} C_{Nj}$$

$$(50) \quad PC_N = (1 - \bar{s}_{PN}) \cdot Y_{PN} / C_N \quad (PC_N \cdot C_N \equiv \sum P_j \cdot C_{Nj})$$

政府部門實質消費支出

$$(51) \quad G = (1 - \bar{s}_G) \cdot Y_G / PG$$

$$(52) \quad G_j = \gamma_{Gj} \cdot G \quad (\sum \gamma_{Gj} = 1)$$

$$(53) \quad PG = \sum \gamma_{Gj} \cdot P_j \quad (PG \cdot G = \sum P_j \cdot G_j)$$

固定資本形成

$$(54) \quad I^n = PI \cdot I \quad (I = \bar{I})$$

$$(55) \quad I_i = \bar{b}_{li} \cdot I \quad \left(\sum \bar{b}_{li} = 1.0 \right)$$

$$(56) \quad PI = \sum \bar{b}_{li} \cdot P_i \quad (PI \cdot I = \sum P_i \cdot I_i)$$

国内財・輸入財需要

$$(57) \quad Q_i = \sum_{j=2,3,4,5,6} \bar{a}_{ij} \cdot X_j^S + \sum_{j=2,3,4,5,6} a_{ij} \cdot X_j^S + C_{Ai} + C_{Ni} + G_i + I_i$$

$$(58) \quad P_i = A_{Qi}^{-1} \cdot \left(\alpha_{Mi}^{\sigma_{Qi}} \cdot PM_i^{-\rho_{Qi}\sigma_{Qi}} + \alpha_{Di}^{\sigma_{Qi}} \cdot PD_i^{-\rho_{Qi}\sigma_{Qi}} \right)^{-1/\rho_{Qi}\sigma_{Qi}}$$

$$(59) \quad D_i = \bar{A}_{Qi}^{\rho_{Qi}\sigma_{Qi}} \cdot (\alpha_{Di} \cdot P_i / PD_i)^{\sigma_{Qi}} \cdot Q_i$$

$$(60) \quad M_i = \bar{A}_{Qi}^{\rho_{Qi}\sigma_{Qi}} \cdot (\alpha_{Mi} \cdot P_i / PM_i)^{\sigma_{Qi}} \cdot Q_i$$

$$\text{where } Q_i = \bar{A}_{Qi} \cdot \left(\alpha_{Mi} \cdot M_i^{\rho_{Qi}} + \alpha_{Di} \cdot D_i^{\rho_{Qi}} \right)^{1/\rho_{Qi}}$$

$$\sigma_{Qi} = 1/(1 - \rho_{Qi}), \quad \rho_{Qi} < 1$$

国外市場对中国財の需要

$$(61) \quad E_i = \bar{E}_i^0 \cdot (\Pi_{Ei} / PES_i)^{\eta_{Ei}}$$

国外市場对中国財の供給

$$(62) \quad M_i^S = \bar{M}_i^0 \cdot (PM\$_i / \Pi_{Mi})^{\eta_{Mi}}$$

外資流入

$$(63) \quad F = F\$ \cdot \bar{ER} \quad \text{or} \quad F = \bar{F\$} \cdot ER \quad \text{and} \quad ER = ER^e \quad (\text{均衡為替レート})$$

均衡条件

国内市場

$$(64) \quad D_i = D_i^S \quad \text{and} \quad PD_i = PD_i^e \quad (PD_i^e: \text{均衡価格})$$

輸出市場

$$(65) \quad E_i = E_i^S \quad \text{and} \quad PES_i = PES_i^e \quad (PES_i^e: \text{均衡価格})$$

輸入市場

$$(66) \quad M_i = M_i^S \quad \text{and} \quad PM\$_i = PM\$_i^e \quad (PM\$_i^e: \text{均衡価格})$$

為替市場

$$(67) \quad F\$ = \sum PM\$_i \cdot M_i - \sum PES_i \cdot E_i \quad \text{and} \quad ER = \bar{ER} \quad (\text{外生})$$

$$\text{or} \quad \sum PM\$_i \cdot M_i - \sum PES_i \cdot E_i - \bar{F\$} = 0 \quad \text{and} \quad ER = ER^e \quad (\text{均衡為替レート})$$

GDP 定義式

$$(68) \quad E = \sum E_i$$

$$(69) \quad PE = \sum \left(PES_i / (1 + \bar{te}_i) \right) E_i / E$$

$$(70) \quad M = \sum M_i$$

$$(71) \quad PM = \sum (PM_i / (1 + \bar{tm}_i + \bar{tn}_i)) \cdot M_i / M$$

$$(72) \quad GDP^n = Y_p + Y_G \\ = PC_A \cdot C_A + PC_N \cdot C_N + PG \cdot G + PI \cdot I + PE \cdot E - PM \cdot M \\ = \sum \left(PX_i - \sum_{j=2,3,4,5,6} P_j \cdot \bar{a}_{ji} - \sum_{j=2,3,4,5,6} P_j \cdot a_{ji} \right) \cdot X_i^S \\ + \sum \bar{tm}_i \cdot PM\$_i \cdot M_i \cdot ER + \sum \bar{te}_i \cdot PE\$_i \cdot ER \cdot E_i$$

$$(73) \quad GDP = C_A + C_N + G + I + E - M$$

$$(74) \quad GDP_i^n = (PX_i - \sum_{j=2,3,4,5,6} P_j \cdot \bar{a}_{ji} - \sum_{j=2,3,4,5,6} P_j \cdot a_{ji}) \cdot X_i^S$$

$$(75) \quad GDP_i = \left(1 - \sum_{i=2,3,4,5,6} \bar{a}_{ji} - \sum_{i=2,3,4,5,6} a_{ji} \right) \cdot X_i^S$$

$$(76) \quad PGDP = GDP^n / GDP$$

社会的厚生

$$(77) \quad U = \left(\prod_{i=2,3,4,5,6} C_i^{\gamma_i} \right) \cdot C_E^{\gamma_E}$$

$$(78) \quad EV = C \cdot (U^* - U) / U \quad (U^* = U \text{ of alternative scenario})$$

ワルラス法則

$$(79) \quad W_{LU} \cdot (L_U - \bar{L}_U^S) + W_W \cdot (L_W - \bar{L}_W^S) + R \cdot (\sum K_i - \bar{K}^S) + \sum PD_i \cdot (D_i - D_i^S) \\ + ER \sum PE\$_i \cdot (E_i - E_i^S) + ER \sum PM\$_i \cdot (M_i - M_i^S) + (S + F - I^n) \\ + ER \cdot \left\{ \sum PM\$_i \cdot M_i - \sum PE\$_i \cdot E_i - \bar{F}\$ \right\} \equiv 0$$

次期資本蓄積・配分

$$(80) \quad K_{t+1}^S = K_t^S + I_t - \delta \cdot K_t^S$$

$$(81) \quad K_{i,t+1} = \frac{K_{i,t}}{K_t} \cdot \left(1 + \mu \cdot \frac{R_i - R}{R} \right) \cdot K_{t+1} \quad (0 \leq \mu \leq 1)$$

(注) 金融市場を含んだワルラス法則

$$(64)' \quad W_U \cdot (L_U - \bar{L}_U^S) + W_W \cdot (L_W - \bar{L}_W^S) + R \cdot (\sum K_i - \bar{K}^S) + \sum PX_i \cdot (X_i - X_i^S) \\ + ER \sum PE\$_i \cdot (E_i - E_i^S) + ER \sum PM\$_i \cdot (M_i - M_i^S) \\ + (M^D - M^S) + ER \left(\sum PM\$_i \cdot M_i - \sum PE\$_i \cdot E_i - \bar{F}\$ \right) \equiv 0$$

where $S + F - I^n = \Delta M^D - \Delta M^S = M^D - M^S$

$$\Delta M^D = M_t^D - M_{t-1}^D \quad \Delta M^S = M_t^S - M_{t-1}^S \quad M_{t-1}^D \equiv M_{t-1}^S$$

$$M^D / PGDP = \bar{M}_O \cdot GDP^\psi \quad M^S = \bar{M}^S \quad (\text{or } I^n = \bar{I} \text{ or } F = \bar{F})$$

価格変数：

ER = 為替レート (元/ドル)
 $PM\$_i$ = 第 i 産業の輸入財価格 (外貨 (\$) 表示)
 $PES\$_i$ = 第 i 産業の輸出価格 (外貨 (\$) 表示)
 \bar{P}_i = 第 i 産業輸出市場の世界価格 (外貨 (\$) 表示)
 PM_i = 第 i 産業の輸入財価格
 PD_i = 第 i 産業の国内財価格
 PES_i = 第 i 産業の輸出財価格
 P_i = 第 i 産業における国内財と輸入財の合成財価格
 PX_i = 第 i 産業生産物の国内価格
 PN_i = 第 i 産業生産物のネット価格
 P_{Ei} = 第 i 産業の投入エネルギー合成財価格
 P_{ECA} = 農村家計消費の投入エネルギー合成財価格
 P_{ECN} = 都市家計消費の投入エネルギー合成財価格
 P_{Vi} = 第 i 産業の一次投入価格
 W_i = 第 i 産業の平均賃金率
 W = 全産業平均の賃金率
 W_{U_i} = 第 i 産業非職工の平均賃金率
 W_U = 非職工の全産業平均賃金率
 W_{W_i} = 第 i 産業職工の平均賃金率
 W_W = 職工の全産業平均賃金率
 W_W^e = 職工の均衡平均賃金率
 R_i = 第 i 産業の資本のレンタル価格
 R = 全産業平均の資本のレンタル価格
 PC_A = 農村住民消費デフレーター
 PC_N = 都市住民消費デフレーター
 PG = 政府支出デフレーター
 PI = 投資デフレーター
 PE = 財・サービス輸出デフレーター
 PM = 財・サービス輸入デフレーター
 $PGDP$ = GDP デフレーター

量変数：

X_i^S = 第 i 産業の国内生産量 (実質額)
 X_i = 第 i 産業の生産物に対する総需要量
 D_i^S = 第 i 産業の国内向け供給
 E_i^S = 第 i 産業の国外向け供給

Q_{Ei} = 第 i 産業のエネルギー合成財の量
 V_i = 第 i 産業の一次投入の量
 L_i = 第 i 産業の就業者数
 L_{U_i} = 第 i 産業の非職工就業者数
 L_{W_i} = 第 i 産業の職工就業者数
 $L_{W_i}^*$ = 第 i 産業の職工就業者数 (効率単位)
 \bar{L}_U^S = 非職工労働の総供給
 \bar{L}_W^S = 職工労働の総供給
 L_W^* = 職工労働の総供給 (効率単位)
 K_i = 第 i 産業の固定資本ストック需要 (生産資本)
 K_i^S = 第 i 産業の固定資本ストック供給 (生産資本)
 \bar{K}^S = 固定資本ストック総供給
 C_A = 農村住民実質消費支出
 C_N = 都市住民実質消費支出
 C_{EA} = エネルギー合成に対する農村住民消費
 C_{EN} = エネルギー合成に対する都市住民消費
 G = 実質政府消費支出
 G_i = 第 i 産業合成財に対する政府消費
 I_i = 第 i 産業の固定資本形成 (生産資本)
 I = 実質固定資本形成
 Q_i = 第 i 産業の合成財に対する国内総需要量
 D_i = 第 i 産業国内生産物に対する国内需要
 M_i = 第 i 産業生産物の輸入
 E_i = 第 i 産業生産物の輸出
 M = 実質財・サービス輸入
 E = 実質財・サービス輸出
 GDP_i = 第 i 産業の実質 GDP
 GDP = 実質 GDP
 EV = 家計部門の等価変分
 U = 家計部門の効用水準

額変数：

Y_{PA}, Y_{PN} = 都市住民と農村住民の名目所得
 Y_G = 政府部門の名目所得
 S = 総国民貯蓄
 I^n = 名目固定資本形成

GDP_i^n = 第 i 産業の名目 GDP

GDP^n = 名目 GDP

F = 純資本流入 (経常収支赤字)

$F\$$ = 純資本流入 (外貨(\$)表示)

M^D = 貨幣需要 (M_2)

\overline{M}^S = 貨幣供給 (M_2)

関数値:

\overline{M}_i^0 = 第 i 産業輸入関数のスケール・パラメータ

η_{M_i} = 第 i 産業輸入関数の価格弾力性

\overline{E}_i^0 = 第 i 産業輸出関数のスケール・パラメータ

η_{E_i} = 第 i 産業輸出関数の価格弾力性

\overline{A}_{T_i} = 第 i 産業 CET 転換関数スケール・パラメータ

$\alpha_{ES_i}, \alpha_{DS_i}$ = 第 i 産業国外向け供給と国内向け供給の分配パラメータ

σ_{T_i} = 第 i 産業の国外向け供給と国内向け供給の間の転換の弾力性 $\rho_{T_i} = (\sigma_{T_i} - 1) / \sigma_{T_i}$

\overline{A}_{X_i} = 第 i 産業 CES 生産関数の総生産性パラメータ

$\alpha_{E_i}, \alpha_{V_i}$ = 第 i 産業エネルギー投入と一次投入の分配パラメータ

σ_{X_i} = 第 i 産業のエネルギー投入と一次投入の間の代替の弾力性 $\rho_{X_i} = (\sigma_{X_i} - 1) / \sigma_{X_i}$

\overline{A}_{E_i} = 第 i 産業におけるエネルギー投入合成関数のスケール・パラメータ (CES 型)

$\delta_{E_{ij}(j=2..6)}$ = 第 i 産業のエネルギー投入合成関数のシェア・パラメータ

σ_{E_i} = エネルギー投入合成関数の代替の弾力性

$$\rho_{E_i} = (\sigma_{E_i} - 1) / \sigma_{E_i}$$

\overline{A}_{V_i} = 第 i 産業一次投入関数スケール・パラメータ

$\alpha_{L_i}, \alpha_{K_i}$ = 第 i 産業労働と資本投入の分配パラメータ

σ_{V_i} = 第 i 産業の労働投入と資本投入の間の代替の弾力性 $\rho_{V_i} = (\sigma_{V_i} - 1) / \sigma_{V_i}$

\overline{A}_{L_i} = 第 i 産業労働合成関数のスケール・パラメータ

$\alpha_{U_i}, \alpha_{W_i}$ = 第 i 産業非職工と職工の分配パラメータ

σ_{L_i} = 第 i 産業の国外向け供給と国内向け供給の間の

の転換の弾力性 $\rho_{L_i} = (\sigma_{L_i} - 1) / \sigma_{L_i}$

\overline{A}_{Q_i} = 第 i 産業輸入財・国内財合成関数のスケール・パラメータ

$\alpha_{M_i}, \alpha_{D_i}$ = 第 i 産業国内財と輸入財分配パラメータ

σ_{Q_i} = 輸入財と国内財の間の代替の弾力性

$$\rho_{Q_i} = (\sigma_{Q_i} - 1) / \sigma_{Q_i}$$

$\overline{a}_{ij(j=2..6)}$ = 第 i 産業から第 j 産業への中間投入係数

$\overline{a}_{ji(j=2,3,4,5,6)}$ = 第 i 産業におけるエネルギー(電力, 石炭, 石炭製品, 石油・ガス, 石油製品)の中間投入係数

\overline{a}_{E_i} = 第 i 産業エネルギー合成財の中間投入係数

$\overline{\gamma}_{A_i}, \overline{\gamma}_{N_i}$ = 農村住民と都市住民効用関数のシェア・パラメータ (Cobb-Douglas 型)

$\overline{\gamma}_{EA}, \overline{\gamma}_{EN}$ = 農村住民と都市住民効用関数におけるエネルギー消費のパラメータ

$\overline{A}_{ECA}, \overline{A}_{ECN}$ = 農村住民と都市住民エネルギー消費合成関数のスケール・パラメータ

$\delta_{ECA(j=2..6)}, \delta_{ECN(j=2..6)}$ = 農村住民と都市住民エネルギー消費合成関数のシェア・パラメータ

\overline{M}_0 = 実質貨幣需要スケール・パラメータ

ν = 実質貨幣需要の GDP 弾力性

δ = 資本減価償却率

λ_{W_i} = 第 i 産業の職工労働効率単位への変換率

μ = 産業間資本に関する調整スピード

租税・補助金:

\overline{tm}_i = 第 i 産業の輸入関税率

\overline{tn}_i = 第 i 産業の輸入関税率

\overline{te}_i = 第 i 産業の輸出補助金比率

\overline{td}_i = 第 i 産業の間接税率

\overline{t}_L = 所得税率

\overline{t}_K = 財産所得税

シェア・比率変数:

$\overline{\psi}$ = 民間所得に占める農村住民所得の比率

\overline{b}_{G_i} = 政府最終消費支出の第 i 産業合成財の量シェア

\overline{b}_{L_i} = 総固定資本係数の第 i 産業合成財の量シェア

\overline{S}_G = 政府部門の貯蓄率

$\overline{S}_{PA}, \overline{S}_{PN}$ = 農村住民と都市住民の貯蓄率

付録C 表C1. 貿易自由化のインパクト:産業別の生産物価格

	2005年								2010年							
	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
	レベル	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	レベル	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)	変動率 (%)
1 PX1 農業	2.18	-13.7	-15.3	-0.7	-30.2	-30.9	-10.6	-30.7	3.51	-15.7	-30.7	-0.5	-48.7	-49.2	-34.4	-48.9
2 PX2 電力	0.97	-9.6	-6.5	0.4	-17.5	-17.2	-6.0	-14.0	0.96	-10.3	-12.1	0.4	-26.1	-25.5	-16.7	-22.6
3 PX3 石炭採掘	1.11	-9.6	-6.2	0.5	-17.2	-16.7	-6.0	-13.3	1.18	-10.5	-12.0	0.4	-26.0	-25.5	-16.7	-22.3
4 PX4 石炭製品	1.03	-10.4	-6.9	0.5	-18.6	-18.0	-6.7	-14.4	1.05	-11.2	-12.8	0.5	-27.7	-27.2	-18.0	-23.7
5 PX5 石油・ガス	0.89	-8.2	-6.5	0.1	-15.7	-15.5	-3.1	-12.6	0.86	-9.7	-11.2	0.2	-23.8	-23.5	-13.9	-20.4
6 PX6 石油・ガス製品	0.87	-8.4	-7.5	0.5	-16.9	-16.4	-4.4	-13.8	0.82	-9.6	-13.1	0.5	-25.6	-25.0	-15.6	-22.3
7 PX7 金属採掘	1.07	-8.4	-6.0	0.3	-15.3	-14.9	-4.7	-12.5	1.11	-9.3	-11.3	0.4	-23.3	-23.0	-14.4	-20.5
8 PX8 非金属採掘	1.11	-8.5	-6.1	0.4	-15.7	-15.4	-5.3	-12.9	1.19	-9.6	-12.4	0.3	-24.9	-24.5	-16.0	-22.2
9 PX9 食品加工	1.61	-12.6	-13.5	-0.3	-27.3	-27.6	-10.7	-26.9	2.31	-14.7	-28.5	-0.3	-45.8	-46.0	-33.1	-45.4
10 PX10 紡績・織物	1.26	-12.3	-9.9	0.1	-23.0	-22.9	-9.1	-21.4	1.53	-14.1	-21.3	0.1	-37.4	-37.3	-26.0	-36.1
11 PX11 服装・皮革	1.20	-11.2	-8.9	0.3	-20.9	-20.7	-9.3	-19.2	1.39	-13.2	-19.0	0.3	-34.2	-34.0	-24.5	-32.7
12 PX12 木材加工・家具	1.16	-10.2	-8.0	0.3	-19.2	-18.8	-7.9	-17.0	1.32	-11.9	-17.2	0.2	-31.7	-31.4	-22.2	-29.7
13 PX13 紙・玩具・文具	1.13	-10.4	-7.9	0.3	-19.3	-18.9	-8.0	-16.9	1.26	-11.9	-16.7	0.2	-31.2	-30.9	-21.7	-29.1
14 PX14 化学原料・製品	1.10	-10.4	-8.7	0.3	-20.1	-19.9	-7.7	-17.9	1.22	-12.0	-18.3	0.2	-32.9	-32.6	-22.5	-30.8
15 PX15 建筑材料・非金属	1.04	-8.8	-6.3	0.3	-16.1	-15.8	-6.1	-13.3	1.07	-9.9	-12.6	0.4	-25.2	-24.9	-16.7	-22.5
16 PX16 金属	1.04	-9.7	-7.1	0.4	-17.9	-17.5	-6.4	-14.7	1.06	-10.6	-13.3	0.4	-26.9	-26.4	-17.4	-23.8
17 PX17 金属製品	1.05	-9.2	-6.9	0.4	-17.0	-16.6	-6.4	-14.1	1.08	-10.2	-13.1	0.4	-26.0	-25.6	-17.1	-23.3
18 PX18 一般機械	1.03	-9.8	-7.4	0.4	-18.1	-17.7	-6.9	-15.1	1.05	-10.7	-13.5	0.4	-27.0	-26.5	-17.6	-24.1
19 PX19 自動車	1.03	-10.8	-7.3	0.4	-19.2	-18.7	-7.6	-15.9	1.05	-11.3	-13.9	0.5	-28.3	-27.7	-18.7	-25.3
20 PX20 その他輸送機械	1.04	-10.0	-7.8	0.5	-18.8	-18.2	-7.2	-15.5	1.07	-11.0	-14.4	0.5	-28.4	-27.7	-18.8	-25.2
21 PX21 電気機械	1.06	-10.0	-7.5	0.5	-18.6	-18.1	-7.3	-15.7	1.10	-11.1	-14.5	0.5	-28.4	-27.9	-19.0	-25.6
22 PX22 電子・通信機器	1.05	-12.2	-6.8	0.5	-19.7	-19.3	-7.9	-17.5	1.08	-13.3	-13.1	0.6	-28.5	-27.8	-18.3	-26.0
23 PX23 精密機械	1.05	-10.8	-6.4	0.5	-18.2	-17.7	-6.3	-15.3	1.08	-11.9	-12.7	0.5	-27.3	-26.8	-17.4	-24.4
24 PX24 機械設備修理	1.12	-8.1	-5.7	0.4	-14.8	-14.3	-5.3	-12.1	1.20	-9.0	-10.8	0.2	-22.4	-22.1	-14.3	-19.9
25 PX25 その他製造業	1.15	-9.5	-7.6	0.2	-18.1	-18.0	-6.2	-16.1	1.30	-11.2	-16.4	0.2	-30.1	-29.9	-20.0	-28.1
26 PX26 建設	1.13	-8.4	-5.8	0.4	-15.3	-14.9	-5.8	-12.4	1.22	-9.4	-11.4	0.3	-23.6	-23.1	-15.5	-20.8
27 PX27 貨物運送・倉庫	1.11	-9.5	-6.2	0.5	-17.2	-16.8	-5.6	-13.3	1.17	-10.2	-11.5	0.3	-25.4	-25.0	-15.9	-21.7
28 PX28 旅客運送	1.10	-9.8	-6.7	0.5	-18.2	-17.7	-6.4	-14.1	1.15	-10.3	-12.8	0.4	-27.3	-26.8	-17.9	-23.7
29 PX29 郵便・通信	0.93	-10.3	-6.6	0.4	-18.5	-18.1	-7.1	-15.1	0.91	-10.8	-12.6	0.3	-27.1	-26.7	-17.8	-23.9
30 PX30 商業	1.20	-9.1	-6.3	0.3	-16.6	-16.3	-6.2	-13.6	1.33	-10.1	-12.6	0.3	-25.9	-25.6	-17.2	-23.1
31 PX31 飲食業	1.52	-11.0	-11.3	-0.2	-23.5	-23.7	-9.5	-22.6	2.05	-13.3	-24.8	-0.2	-40.7	-40.9	-29.7	-40.0
32 PX32 公共サービス	1.14	-9.4	-6.4	0.4	-17.3	-16.8	-6.3	-14.2	1.23	-10.4	-13.0	0.2	-26.8	-26.4	-17.7	-24.0
33 PX33 文教衛生科研	1.23	-12.5	-7.7	0.6	-22.0	-21.3	-8.5	-16.5	1.39	-13.2	-14.8	0.5	-32.7	-32.0	-21.8	-27.9
34 PX34 金融保険	1.15	-9.5	-6.0	0.3	-17.1	-16.7	-5.8	-13.4	1.22	-10.1	-11.5	0.3	-25.5	-25.0	-16.3	-22.1
35 PX35 公務・その他	1.22	-11.4	-6.6	0.7	-19.7	-18.9	-7.8	-14.3	1.37	-11.9	-12.5	0.4	-29.0	-28.2	-19.2	-24.3

注: 表7の脚注を参照

付録C 表C2. 貿易自由化のインパクト:産業別の労働需要(職工)

	2005年									2010年								
	S0 レベル (万人)	S1 変動率 (%)	S2 変動率 (%)	S3 変動率 (%)	S4 変動率 (%)	S5 変動率 (%)	S6 変動率 (%)	S7 変動率 (%)	S0 レベル (万人)	S1 変動率 (%)	S2 変動率 (%)	S3 変動率 (%)	S4 変動率 (%)	S5 変動率 (%)	S6 変動率 (%)	S7 変動率 (%)		
1 LWE1 農業	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
2 LWE2 電力	379	5.0	-0.5	-1.1	5.5	4.2	4.0	-1.3	385	6.2	-1.0	-0.8	8.8	7.3	6.8	1.3		
3 LWE3 石炭採掘	544	4.0	0.2	-0.7	5.3	4.4	4.2	0.4	571	4.9	0.7	-0.7	9.1	8.1	7.7	3.5		
4 LWE4 石炭製品	72	4.2	-1.4	-1.4	4.2	2.8	4.2	-2.8	82	6.1	-2.4	-1.2	6.1	4.9	6.1	-1.2		
5 LWE5 石油・ガス	179	12.3	-1.1	-1.7	14.5	12.3	14.5	3.4	169	13.0	0.0	-1.2	23.7	20.7	23.1	11.8		
6 LWE6 石油・ガス製品	77	5.2	-1.3	0.0	5.2	3.9	5.2	-1.3	81	4.9	-2.5	-1.2	8.6	7.4	7.4	1.2		
7 LWE7 金属採掘	100	7.0	1.0	-1.0	11.0	9.0	14.0	2.0	118	7.6	3.4	-0.8	20.3	17.8	23.7	10.2		
8 LWE8 非金属採掘	187	4.8	2.1	-0.5	9.1	8.0	7.0	3.2	220	5.5	4.1	-0.5	15.0	13.6	13.6	9.1		
9 LWE9 食品加工	259	6.2	1.5	-0.4	6.6	6.2	-1.9	0.8	192	6.3	3.1	-0.5	7.3	6.8	-1.6	1.0		
10 LWE10 紡績・織物	406	5.7	6.9	-2.0	16.7	13.5	14.8	7.1	372	8.3	20.7	-1.3	44.4	40.6	41.7	32.8		
11 LWE11 服装・皮革	221	10.4	4.1	-2.3	17.2	13.1	13.6	7.2	233	11.2	10.3	-1.7	31.3	26.6	27.5	20.2		
12 LWE12 木材加工・家具	69	4.3	2.9	0.0	8.7	7.2	7.2	2.9	75	5.3	4.0	-1.3	13.3	12.0	12.0	8.0		
13 LWE13 紙・玩具・文具	219	2.7	1.8	-0.5	5.9	5.0	5.9	1.8	231	3.5	4.8	-0.4	12.6	11.7	13.0	7.8		
14 LWE14 化学原料・製品	678	6.2	0.9	-1.2	9.4	7.7	9.1	2.1	669	7.8	5.2	-0.9	20.8	18.5	20.5	12.4		
15 LWE15 建筑材料・非金属	377	3.7	1.1	-0.5	6.1	5.0	4.2	1.3	423	3.8	1.4	-0.5	8.7	7.6	7.6	3.8		
16 LWE16 金属	668	4.8	-2.5	-1.0	4.0	2.4	5.7	-3.4	758	6.6	-2.4	-1.1	10.3	8.3	11.6	1.8		
17 LWE17 金属製品	160	4.4	1.3	-1.3	8.1	6.3	7.5	1.3	179	5.6	3.4	-0.6	14.0	11.7	14.0	6.7		
18 LWE18 一般機械	717	3.6	-3.2	-1.1	1.8	0.3	3.1	-5.2	785	5.1	-3.3	-1.0	7.5	5.6	8.8	-0.3		
19 LWE19 自動車	203	0.0	1.0	-0.5	2.0	1.0	1.5	-3.0	216	2.3	2.3	-0.5	8.8	7.4	7.9	2.8		
20 LWE20 その他輸送機械	235	7.7	-0.9	-1.3	8.5	6.8	7.7	0.4	270	8.1	-1.5	-1.1	11.1	9.3	10.0	2.6		
21 LWE21 電気機械	263	5.7	1.5	-1.5	9.1	7.2	9.5	1.1	293	6.5	3.1	-1.0	15.0	12.6	15.4	6.8		
22 LWE22 電子・通信機器	220	8.2	5.9	-3.6	19.1	13.6	20.9	5.9	244	9.4	13.1	-2.9	35.7	29.9	38.9	21.3		
23 LWE23 精密機械	87	12.6	10.3	-1.1	27.6	26.4	32.2	17.2	97	13.4	19.6	-1.0	48.5	46.4	53.6	36.1		
24 LWE24 機械設備修理	39	2.6	0.0	0.0	5.1	2.6	2.6	2.6	47	2.1	0.0	0.0	2.1	2.1	2.1	0.0		
25 LWE25 その他製造業	62	1.6	-1.6	-1.6	1.6	0.0	6.5	-3.2	63	3.2	0.0	0.0	6.3	4.8	11.1	0.0		
26 LWE26 建設	1624	4.4	1.7	-0.4	7.6	7.0	3.1	3.9	2070	4.3	2.7	-0.4	10.8	10.0	7.7	6.6		
27 LWE27 貨物運送・倉庫	923	4.3	0.4	-0.8	5.9	4.7	4.4	0.0	1070	5.7	1.2	-0.8	11.1	9.5	9.2	4.2		
28 LWE28 旅客運送	260	0.8	-1.2	0.0	-0.8	-0.8	-0.4	-2.3	302	2.0	-4.0	0.0	-4.6	-4.6	-4.6	-6.6		
29 LWE29 郵便・通信	197	4.1	-0.5	-1.0	4.1	3.0	1.5	-2.0	198	6.6	-1.0	-0.5	7.6	6.6	4.0	0.5		
30 LWE30 商業	1706	4.4	0.4	-0.8	5.9	4.8	4.0	0.2	2053	5.1	0.7	-0.7	8.9	7.5	7.1	2.6		
31 LWE31 飲食業	82	4.9	2.4	0.0	8.5	7.3	4.9	4.9	89	5.6	6.7	0.0	14.6	13.5	11.2	10.1		
32 LWE32 公共サービス	806	1.7	-0.9	-0.2	0.6	0.2	1.7	-2.0	924	2.3	-2.8	-0.3	-1.6	-2.1	-0.9	-4.5		
33 LWE33 文教衛生科研	3344	-8.0	-1.5	1.5	-12.1	-9.9	-10.1	-2.4	4162	-8.0	-4.0	1.1	-19.4	-17.0	-18.0	-10.1		
34 LWE34 金融保険	556	3.8	-1.1	-0.7	3.1	2.0	2.5	-3.1	652	4.8	-3.1	-0.8	3.4	2.0	2.3	-3.2		
35 LWE35 公務・その他	1841	-16.8	-0.9	3.2	-22.5	-17.8	-17.9	0.3	2316	-18.7	-2.5	2.5	-34.4	-29.1	-29.7	-11.1		

注: 表7の脚注を参照

付録C 表C3. 貿易自由化のインパクト:産業別の労働需要(非職工)

	2005年									2010年								
	S0 レベル (万人)	S1 変動率 (%)	S2 変動率 (%)	S3 変動率 (%)	S4 変動率 (%)	S5 変動率 (%)	S6 変動率 (%)	S7 変動率 (%)	S0 レベル (万人)	S1 変動率 (%)	S2 変動率 (%)	S3 変動率 (%)	S4 変動率 (%)	S5 変動率 (%)	S6 変動率 (%)	S7 変動率 (%)		
1 LUD1 農業	33407	3.1	2.0	0.2	5.6	5.9	-0.5	4.9	32703	3.9	3.8	0.1	9.5	9.7	2.7	8.5		
2 LUD2 電力	175	-2.9	-4.0	-0.6	-7.4	-8.0	0.0	-8.6	178	-2.8	-7.3	-0.6	-11.8	-12.4	-5.6	-12.9		
3 LUD3 石炭採掘	470	-3.8	-3.4	-0.2	-7.9	-8.1	0.0	-7.2	493	-3.7	-5.7	-0.2	-11.4	-11.6	-4.5	-11.0		
4 LUD4 石炭製品	10	0.0	0.0	0.0	-10.0	-10.0	0.0	-10.0	12	-8.3	-8.3	0.0	-16.7	-16.7	-8.3	-16.7		
5 LUD5 石油・ガス	54	3.7	-5.6	-1.9	0.0	-1.9	9.3	-5.6	51	3.9	-5.9	-2.0	0.0	-2.0	9.8	-3.9		
6 LUD6 石油・ガス製品	63	-3.2	-4.8	0.0	-7.9	-7.9	0.0	-7.9	66	-3.0	-7.6	0.0	-12.1	-12.1	-4.5	-12.1		
7 LUD7 金属採掘	288	-1.7	-3.1	-1.0	-3.8	-4.9	9.0	-6.9	338	-0.9	-3.6	-0.6	-3.0	-3.8	9.8	-5.6		
8 LUD8 非金属採掘	548	-2.7	-1.6	-0.2	-4.7	-5.1	2.7	-4.6	645	-3.1	-2.5	-0.2	-6.7	-7.0	0.6	-6.4		
9 LUD9 食品加工	541	-1.8	-2.0	0.2	-6.7	-6.3	-5.9	-6.8	401	-2.2	-3.5	0.2	-13.0	-12.7	-13.0	-13.0		
10 LUD10 紡績・織物	883	-2.3	3.1	-1.5	2.0	-0.1	10.1	-1.4	808	-0.5	13.0	-0.9	17.2	15.1	25.5	14.1		
11 LUD11 服装・皮革	1486	1.8	0.3	-1.9	2.4	-0.4	8.8	-1.2	1566	2.0	3.1	-1.3	6.3	3.6	12.8	3.1		
12 LUD12 木材加工・家具	416	-3.1	-1.4	-0.2	-5.0	-5.3	3.1	-4.8	449	-3.6	-2.2	0.0	-7.8	-8.0	0.2	-7.1		
13 LUD13 紙・玩具・文具	844	-5.3	-1.9	-0.1	-7.8	-7.9	1.3	-6.3	888	-5.1	-1.9	0.0	-8.8	-8.8	0.1	-7.2		
14 LUD14 化学原料・製品	1260	-1.7	-2.6	-0.7	-4.3	-5.2	4.8	-5.8	1243	-1.1	-1.6	-0.5	-2.0	-3.0	6.8	-3.4		
15 LUD15 建筑材料・非金属	1807	-4.1	-2.7	-0.2	-7.4	-7.5	-0.1	-6.5	2025	-4.6	-5.1	-0.1	-11.8	-11.9	-4.7	-10.7		
16 LUD16 金属	461	-3.0	-6.1	-0.7	-9.1	-10.0	1.3	-10.8	523	-2.3	-8.8	-0.6	-10.7	-11.5	-1.1	-12.6		
17 LUD17 金属製品	786	-3.2	-2.2	-0.5	-5.5	-6.2	3.2	-6.1	883	-3.5	-3.6	-0.5	-7.9	-8.6	0.7	-8.3		
18 LUD18 一般機械	1016	-4.0	-6.6	-0.6	-10.9	-11.7	-1.0	-12.5	1112	-3.5	-9.5	-0.5	-12.8	-13.6	-3.5	-14.2		
19 LUD19 自動車	164	-7.9	-3.0	-0.6	-11.6	-11.6	-3.0	-11.0	174	-6.3	-4.6	-0.6	-12.1	-12.1	-4.6	-12.1		
20 LUD20 その他輸送機械	193	-0.5	-4.7	-1.0	-5.2	-6.2	3.1	-7.3	221	-0.5	-7.7	-0.5	-9.5	-10.4	-2.3	-11.3		
21 LUD21 電気機械	583	-2.4	-2.1	-0.9	-4.6	-5.8	5.0	-6.7	649	-2.3	-3.5	-0.8	-6.6	-7.7	2.3	-8.3		
22 LUD22 電子・通信機器	542	0.2	2.4	-3.1	4.1	0.0	16.4	-2.0	601	0.5	5.7	-2.3	10.0	6.3	23.3	4.5		
23 LUD23 精密機械	92	4.3	6.5	-1.1	12.0	10.9	27.2	8.7	103	3.9	11.7	-1.0	20.4	19.4	35.0	16.5		
24 LUD24 機械設備修理	275	-5.5	-3.3	0.4	-9.8	-9.5	-1.8	-6.5	326	-6.1	-6.1	0.3	-15.6	-15.3	-8.0	-12.6		
25 LUD25 その他製造業	431	-5.6	-4.2	-0.5	-10.2	-10.9	3.0	-10.4	443	-6.1	-6.5	-0.5	-14.4	-14.9	-2.5	-14.2		
26 LUD26 建設	5782	-3.4	-2.0	0.1	-6.0	-5.8	-1.1	-4.2	7364	-4.3	-3.9	0.1	-10.2	-10.1	-4.6	-8.4		
27 LUD27 貨物運送・倉庫	573	-3.5	-3.1	-0.3	-7.5	-7.9	0.2	-7.9	663	-2.9	-5.3	-0.3	-9.8	-10.3	-3.2	-10.3		
28 LUD28 旅客運送	162	-6.8	-4.9	0.6	-13.6	-13.0	-4.3	-9.9	188	-6.4	-10.1	0.5	-22.9	-21.8	-15.4	-19.7		
29 LUD29 郵便・通信	35	-2.9	-2.9	0.0	-8.6	-8.6	-2.9	-8.6	35	0.0	-5.7	0.0	-11.4	-11.4	-5.7	-14.3		
30 LUD30 商業	3176	-3.4	-3.1	-0.3	-7.4	-7.8	-0.1	-7.6	3820	-3.6	-5.8	-0.2	-11.7	-12.1	-5.1	-11.8		
31 LUD31 飲食業	604	-3.3	-1.2	0.2	-5.3	-5.1	0.8	-3.6	659	-3.6	-1.2	0.2	-7.6	-7.4	-1.5	-5.6		
32 LUD32 公共サービス	1630	-5.9	-4.4	0.2	-12.1	-11.8	-2.5	-9.6	1867	-6.2	-9.1	0.1	-20.2	-19.9	-12.2	-17.9		
33 LUD33 文教衛生科研	146	-15.1	-4.8	2.1	-23.3	-20.5	-13.7	-9.6	182	-15.9	-10.4	1.6	-34.6	-32.4	-27.5	-23.1		
34 LUD34 金融保険	458	-4.1	-4.6	-0.2	-10.0	-10.3	-1.7	-10.5	536	-3.7	-9.1	-0.2	-16.0	-16.4	-9.3	-16.8		
35 LUD35 公務・其他	847	-23.0	-4.5	3.7	-32.2	-27.6	-21.1	-7.4	1064	-25.3	-8.7	3.1	-46.7	-42.0	-37.7	-23.5		

注: 表7の脚注を参照

付録C 表C4. 貿易自由化のインパクト:産業別の実質輸入額

	2005年									2010年								
	S0 レベル (億元)	S1 変動率 (%)	S2 変動率 (%)	S3 変動率 (%)	S4 変動率 (%)	S5 変動率 (%)	S6 変動率 (%)	S7 変動率 (%)	S0 レベル (億元)	S1 変動率 (%)	S2 変動率 (%)	S3 変動率 (%)	S4 変動率 (%)	S5 変動率 (%)	S6 変動率 (%)	S7 変動率 (%)		
1 MD1 農業	1893	-3.5	37.5	-1.0	34.1	32.4	44.4	31.8	4869	-6.8	62.4	-0.8	47.8	46.0	58.4	45.8		
2 MD2 電力	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
3 MD3 石炭採掘	14	-14.3	-14.3	0.0	-28.6	-28.6	-35.7	-21.4	20	-15.0	-25.0	0.0	-45.0	-45.0	-50.0	-40.0		
4 MD4 石炭製品	2	0.0	0.0	0.0	-50.0	-50.0	-50.0	0.0	3	-33.3	-33.3	0.0	-66.7	-66.7	-66.7	-33.3		
5 MD5 石油・ガス	594	-13.6	3.4	0.7	-13.5	-12.8	-18.9	-7.7	681	-16.0	4.8	1.0	-20.1	-19.1	-27.5	-13.4		
6 MD6 石油・ガス製品	491	-4.3	16.1	0.8	9.4	10.2	0.8	17.5	565	-6.7	27.1	0.9	10.3	11.9	-1.1	20.2		
7 MD7 金属採掘	410	-3.7	-11.0	0.0	-16.1	-16.3	-21.7	-14.1	621	-4.7	-19.3	0.0	-27.5	-27.5	-33.2	-25.4		
8 MD8 非金属採掘	209	-5.3	-11.0	0.5	-18.2	-17.7	-26.3	-13.9	332	-6.9	-20.8	0.3	-32.8	-32.5	-40.1	-28.9		
9 MD9 食品加工	1595	31.1	49.8	-0.6	132.5	131.0	135.5	133.6	3733	24.3	80.2	-0.5	209.4	207.7	212.0	211.0		
10 MD10 紡績・織物	2179	10.2	-9.7	0.2	-3.4	-3.2	-4.6	-1.1	4123	6.7	-24.3	0.0	-27.9	-27.7	-28.8	-26.1		
11 MD11 服装・皮革	827	10.6	6.0	2.3	17.2	20.6	9.1	23.5	1522	6.0	-3.0	1.8	-5.6	-2.3	-13.0	0.3		
12 MD12 木材加工・家具	264	1.9	-13.6	0.4	-15.5	-14.8	-21.2	-12.1	449	-0.9	-28.1	0.4	-37.4	-36.7	-41.9	-34.5		
13 MD13 紙・玩具・文具	887	2.0	-3.9	0.9	-5.0	-3.8	-10.4	1.2	1411	-0.9	-13.5	0.7	-23.1	-22.0	-27.7	-17.6		
14 MD14 化学原料・製品	3967	-3.7	2.8	0.4	-2.9	-2.4	-6.6	0.5	6152	-5.7	-1.7	0.3	-13.9	-13.4	-17.4	-10.8		
15 MD15 建筑材料・非金属	198	14.1	-14.1	0.5	-6.1	-4.5	-18.2	1.5	295	11.2	-26.8	0.7	-27.8	-26.8	-38.0	-21.7		
16 MD16 金属	1566	-4.4	14.8	0.6	8.1	9.0	0.2	15.2	2286	-5.9	22.7	0.7	8.5	9.7	-1.1	16.2		
17 MD17 金属製品	610	1.0	-4.8	1.5	-7.2	-5.6	-17.5	0.3	892	-1.5	-13.1	1.5	-23.5	-21.7	-33.2	-16.5		
18 MD18 一般機械	3223	1.2	12.1	1.1	12.8	14.4	3.8	20.8	4635	-0.5	18.0	1.1	12.2	14.3	1.7	21.1		
19 MD19 自動車	272	36.0	-4.0	1.1	28.7	30.5	18.0	40.1	392	33.7	-11.7	1.0	10.2	12.0	-1.0	20.7		
20 MD20 その他輸送機械	628	-12.7	5.4	1.4	-11.8	-10.0	-19.1	-4.8	937	-14.7	3.4	1.5	-22.7	-20.7	-30.6	-15.8		
21 MD21 電気機械	1008	0.3	-6.6	1.4	-9.9	-8.3	-17.7	-3.6	1531	-2.1	-17.0	1.3	-28.5	-26.9	-35.9	-22.8		
22 MD22 電子・通信機器	3296	2.9	-3.9	1.0	-2.7	-1.6	-4.5	-0.2	4989	2.1	-10.1	1.0	-13.7	-12.3	-16.0	-10.8		
23 MD23 精密機械	627	-6.1	-9.7	0.3	-18.2	-17.7	-21.2	-14.8	904	-7.5	-19.7	0.3	-33.8	-33.3	-37.7	-30.3		
24 MD24 機械設備修理	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
25 MD25 その他製造業	257	12.8	-13.6	-0.4	-5.8	-6.2	-10.9	-3.9	439	10.3	-26.7	0.0	-27.1	-27.3	-31.2	-25.3		
26 MD26 建設	110	-12.7	-9.1	0.9	-23.6	-22.7	-31.8	-19.1	177	-14.7	-17.5	0.6	-35.0	-34.5	-42.9	-31.1		
27 MD27 貨物運送・倉庫	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
28 MD28 旅客運送	185	-18.4	-12.4	1.1	-32.4	-31.4	-36.2	-25.4	287	-18.8	-23.7	1.0	-47.4	-46.3	-51.2	-41.8		
29 MD29 郵便・通信	41	-17.1	-12.2	0.0	-31.7	-31.7	-36.6	-26.8	57	-19.3	-22.8	0.0	-43.9	-43.9	-49.1	-40.4		
30 MD30 商業	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
31 MD31 飲食業	135	-17.0	-17.0	0.0	-35.6	-35.6	-36.3	-34.1	283	-20.1	-35.7	-0.4	-56.5	-56.5	-57.2	-55.5		
32 MD32 公共サービス	818	-16.5	-11.7	0.7	-29.8	-29.1	-34.6	-24.6	1311	-17.8	-23.0	0.6	-44.5	-43.9	-49.0	-40.4		
33 MD33 文教衛生科研	66	-25.8	-13.6	1.5	-39.4	-37.9	-40.9	-27.3	108	-26.9	-25.9	1.9	-56.5	-54.6	-57.4	-46.3		
34 MD34 金融保険	94	-14.9	-10.6	0.0	-27.7	-27.7	-33.0	-23.4	145	-15.9	-20.7	0.0	-40.7	-40.0	-45.5	-37.2		
35 MD35 公務・その他	44	-29.5	-11.4	2.3	-43.2	-40.9	-43.2	-22.7	70	-32.9	-21.4	2.9	-60.0	-57.1	-61.4	-42.9		

注: 表7の脚注を参照

付録C 表C5. 貿易自由化のインパクト:産業別の実質輸出額

		2005年								2010年							
		S0 レベル (億元)	S1 変動率 (%)	S2 変動率 (%)	S3 変動率 (%)	S4 変動率 (%)	S5 変動率 (%)	S6 変動率 (%)	S7 変動率 (%)	S0 レベル (億元)	S1 変動率 (%)	S2 変動率 (%)	S3 変動率 (%)	S4 変動率 (%)	S5 変動率 (%)	S6 変動率 (%)	S7 変動率 (%)
1 ES1	農業	468	3.8	2.8	-0.6	7.5	6.8	1.1	5.8	505	4.8	6.1	-0.8	13.5	12.7	6.1	11.5
2 ES2	電力	66	1.5	0.0	0.0	1.5	0.0	3.0	0.0	90	2.2	-1.1	0.0	1.1	1.1	3.3	-1.1
3 ES3	石炭採掘	106	0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.0	2.8	-0.9	134	1.5	0.0	-0.7	2.2	1.5	4.5	0.0
4 ES4	石炭製品	107	1.9	-0.9	-0.9	1.9	0.9	4.7	-1.9	149	2.7	-2.0	-0.7	2.7	1.3	5.4	-1.3
5 ES5	石油・ガス	428	4.7	-1.2	-0.7	4.4	3.3	7.7	0.7	573	5.6	-1.6	-0.9	7.2	5.9	11.7	3.0
6 ES6	石油・ガス製品	223	0.9	-0.4	-0.4	0.4	0.4	2.7	-0.9	318	1.6	-0.6	-0.3	1.9	1.3	4.4	0.0
7 ES7	金属採掘	19	5.3	0.0	0.0	5.3	5.3	10.5	0.0	29	3.4	0.0	0.0	10.3	6.9	13.8	3.4
8 ES8	非金属採掘	138	1.4	0.7	-0.7	2.9	2.2	5.1	0.7	201	1.5	2.0	-0.5	5.0	4.5	7.5	3.5
9 ES9	食品加工	929	2.7	1.7	0.1	3.7	3.8	-0.9	2.4	1020	3.4	4.0	0.2	5.1	5.5	-0.7	3.7
10 ES10	紡績・織物	2914	2.0	4.4	-1.3	8.1	6.3	9.3	4.0	3833	4.1	13.9	-1.1	24.6	22.3	25.2	19.5
11 ES12	服装・皮革	3974	4.7	2.3	-1.8	7.9	5.3	9.2	3.4	5605	6.4	7.0	-1.5	17.0	13.8	17.5	11.6
12 ES12	木材加工・家具	562	1.2	1.2	-0.2	2.7	2.3	5.2	1.2	825	1.8	3.0	-0.2	5.7	5.2	7.9	4.1
13 ES13	紙・玩具・文具	1222	-0.5	0.9	-0.2	0.6	0.3	3.9	0.2	1744	0.2	3.2	-0.2	4.0	3.7	7.4	3.5
14 ES14	化学原料・製品	2746	2.4	0.7	-0.7	3.9	2.9	6.0	1.2	3859	3.7	3.7	-0.7	10.4	9.2	12.7	7.2
15 ES15	建筑材料・非金属	600	0.7	0.5	-0.5	1.2	0.5	2.5	0.0	918	0.9	0.8	-0.4	2.0	1.3	3.4	0.7
16 ES16	金属	998	1.8	-2.0	-0.8	0.6	-0.4	4.7	-3.0	1528	2.6	-2.4	-0.8	2.9	1.7	7.5	-1.0
17 ES17	金属製品	1266	1.0	0.6	-0.6	2.1	1.3	5.0	-0.2	1924	1.6	1.6	-0.7	4.6	3.6	7.6	2.0
18 ES18	一般機械	970	0.7	-2.4	-0.8	-1.3	-2.5	2.0	-4.4	1483	1.3	-3.1	-0.9	0.0	-1.2	3.8	-3.4
19 ES19	自動車	121	-1.7	0.0	-0.8	-1.7	-1.7	0.8	-2.5	182	-1.6	1.1	-0.5	0.5	0.0	2.7	-1.1
20 ES20	その他輸送機械	514	3.5	-0.8	-1.0	3.5	2.3	5.6	-0.2	808	4.0	-1.5	-1.0	3.8	2.6	6.1	0.0
21 ES21	電気機械	1800	1.9	1.0	-0.9	3.5	2.2	6.4	0.1	2769	2.6	2.1	-1.0	6.4	4.9	9.5	2.6
22 ES22	電子・通信機器	3665	4.0	4.0	-2.4	9.6	6.4	13.9	3.4	5750	5.5	8.8	-2.4	19.8	15.9	24.9	12.2
23 ES23	精密機械	826	6.7	6.7	-0.6	15.7	15.0	22.2	11.5	1273	8.2	13.7	-0.5	28.9	27.9	36.7	23.9
24 ES24	機械設備修理	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25 ES25	その他製造業	720	0.8	0.4	-0.4	1.5	1.3	4.4	-0.4	1022	1.6	1.7	-0.3	4.5	3.9	7.3	2.1
26 ES26	建設	45	0.0	0.0	0.0	2.2	2.2	2.2	2.2	66	0.0	1.5	0.0	1.5	1.5	3.0	1.5
27 ES27	貨物運送・倉庫	510	1.2	0.2	-0.2	1.6	1.2	3.5	-0.2	714	1.4	0.3	-0.3	2.7	2.2	4.9	0.8
28 ES28	旅客運送	308	-1.0	-0.6	0.0	-2.3	-1.9	0.6	-1.3	437	-1.8	-3.0	0.2	-7.3	-6.9	-4.1	-5.7
29 ES29	郵便・通信	212	-0.5	-0.5	0.0	-0.9	-0.9	1.4	-0.9	312	-0.3	-1.6	0.0	-2.9	-2.9	-0.3	-2.9
30 ES30	商業	1984	1.1	-0.2	-0.3	1.0	0.6	3.2	-0.9	2746	1.4	-0.3	-0.3	1.3	0.8	3.4	-0.7
31 ES31	飲食業	171	1.2	1.8	0.0	2.9	2.9	3.5	2.9	217	1.8	4.6	0.5	6.9	7.4	7.4	6.9
32 ES32	公共サービス	1299	-0.5	-0.6	0.1	-1.6	-1.5	1.6	-1.0	1828	-0.7	-1.9	0.1	-4.5	-4.3	-1.4	-3.8
33 ES33	文教衛生科研	77	-6.5	0.0	1.3	-9.1	-6.5	-5.2	0.0	106	-8.5	-2.8	0.9	-17.0	-15.1	-14.2	-7.5
34 ES34	金融保険	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	-3.3	43	0.0	-4.7	-2.3	-2.3	-4.7	0.0	-4.7
35 ES35	公務・其の他	8	-12.5	0.0	0.0	-25.0	-12.5	-12.5	0.0	11	-18.2	0.0	0.0	-36.4	-27.3	-27.3	-9.1

炭素税導入のマクロ経済分析—多国/多地域間の JI/CDM—

江崎光男・孫林

1. はじめに

京都議定書の柔軟性措置、特に共同実施 (JI) およびクリーン開発メカニズム (CDM) に関連して、CDM を JI の特殊ケースとみなしながら、前の章で、炭素税導入による日中 2 国間の CDM 分析を試みた。¹ 分析の基礎となったのは両国の限界費用 (MC) 曲線の比較であるが (再録された図 1 を参照)、この章では、同様の分析を、①複数の Annex-I、Non-Annex-I の国々との間の多国間分析 (例えば、日本とタイ・インドネシアの間の 3 国間分析)、あるいは、②日本と複数の中国各地域 (省・直轄市・自治区) との間の 2 国多地域間分析、あるいは、③中国各地域 (省・直轄市・自治区) の間の多地域間分析に拡張する。ここでは、上記第 2 の拡張について、最も簡単な、日本と中国 2 地域 (四川省 + その他中国) のケースを例示する。

2. 分析の枠組み

共同実施 (JI) の分析の枠組みを基本とする。Non-Annex-I の国々 (CDM) については、約束削減量をゼロとみなし、同じ JI の枠組みで分析する。第 i 国の CO₂ 排出削減量を X_i 、約束削減量を \bar{X}_i 、削減量 X_i 実現のための総費用を $C_i(X_i)$ とすれば²、関係国全体からみた最適化 (費用最小) の必要条件は、

$$\begin{aligned} \text{Minimize } C &= \sum C_i(X_i) \quad \text{subject to } \sum X_i = \bar{X} (= \sum \bar{X}_i) \\ L &= \sum C_i(X_i) + \lambda (\bar{X} - \sum X_i) \\ \frac{\partial L}{\partial X_i} &= C_i'(X_i) - \lambda = 0, \quad \text{i.e., } C_1'(X_1) = C_2'(X_2) = \dots = \lambda \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} &= \bar{X} - \sum X_i = 0, \quad \text{i.e., } \sum X_i = \bar{X} \end{aligned}$$

すなわち、合計で約束削減量を充足し、各国の限界費用 (MC) が均等化するように、各国の排出削減量 (X_i) を決めればよい。これを、2 国間 JI (A,A)、2 国間 CDM (A,N)、3 国間 JI-CDM (A,A,N)、3 国 CDM (A,N,N) のように分類・図解すれば、図 2 のようになる。ただし、A は Annex-I 国を、N は Non-Annex-I 国を表す。

¹ 「日中 CDM のマクロ経済分析—炭素税導入のケース・スタディー」 (本報告書 pp.102-135) を参照。

² 各国のコストを購買力平価で共通単位に変換すれば、直接の比較が可能になる。

3. 炭素税と限界費用

炭素税 (PCO₂) 導入による各国・各地域における CO₂ 排出削減の限界費用 (MC) は、対応する国・地域に関する多部門一般均衡 (CGE) モデルを作成、1995 年あるいは 1997 年から 2008-2012 年までのシミュレーションを基準シナリオ (BAU) と炭素税賦課のシナリオと比較することにより評価する。この場合、炭素税は CO₂ 排出削減の社会的な限界費用 (deadweight loss) に一致する。つまり、炭素税を導入して CO₂ 排出削減を図る場合、その費用は社会的便益 (消費者余剰+生産者余剰) の減少で評価される。³

CGE モデルでは、エネルギーを 3 主要部門で把握する。すなわち、(1) 石炭・石炭製品、(2) 石油・石油製品 (含天然ガス)、(3) 電力 (石炭・石油・水力・原子力・その他) である。CO₂ 排出削減要因をいわゆる「茅の方程式」で書けば、各産業 (家計) で

$$CO_2 = \sum (CO_{2i}/E_i) \cdot (E_i/E) \cdot (E/X) \cdot X \quad (i=1,2,3)$$

のように分解される。ここで、CO₂ は二酸化炭素排出量、CO_{2i} は第 i エネルギーからの二酸化炭素排出量、E_i は第 i エネルギー投入量、E はエネルギー投入総量、X は生産量 (消費量) である。CGE モデルにおいて、エネルギー毎の CO₂ 排出係数 (CO_{2i}/E_i) は一定、エネルギー代替 (E_i/E) と省エネ (E/X) [他の投入への代替および産業への需要減] はエネルギー価格に応じて惹起すると想定されている。従って、ここでは、炭素税導入で生じるエネルギーの代替と節約がどれだけの社会的損失 (deadweight loss) をもたしているかにより、CO₂ 削減の (限界) 費用を測っていることになる。

日中モデルでは、エネルギー間の代替弾力性は 0.5、エネルギーと一次投入間の代替弾力性は 0.5 あるいは 0.2 を想定している。⁴ 中国モデルについて、各種の代替弾力性を変えた時のセンシティブリティに関するテスト結果は、表 1 に要約されている。⁵

4. 日中 JI/CDM

中国を四川省とその他の 2 地域に大別した場合の日中 JI/CDM は、図 3 に示されている。日本については、1995 年 IO 表をベースに 9 部門の逐次決定型動学 CGE モデルを作成、2008-2012 年まで外挿し、5 ヶ年平均した。図 3 の日本の限界費用曲線は、図 1 のそ

³ 本報告書 pp.110-112 を参照。

⁴ 各産業の生産関数は重層の CES 関数 (nested CES function) で記述されている。すなわち、各産業の生産量は、電力・石油・石炭を合成した合成エネルギー投入と、資本・労働を合成した合成 1 次要素投入の関数である (本報告書 p.139 の図 1 参照)。省エネ効果が、特にエネルギーと投資 (資本ストック) の代替によって生じると考える場合には、まずエネルギー (合成) と資本ストックを合成し、それを労働投入と合成して生産量を説明するといった重層化のやり方が適切である。

⁵ 標準シナリオに対して、中国についても日本についても若干センシティブなパラメータがあるが、日中 CDM の分析自体 (図 1、図 3) はそうセンシティブにならない。

れと全く同じである。中国については、1997年の全国IO表と四川省IO表から残差でその他中国のIO表を推計、2地域リンクの14部門CGEモデルを作成し、日本と類似のシミュレーション分析を行った。四川省モデル（あるいは統合された「その他中国」に対する地域モデル）の基本的枠組みは図4に示されている。また、四川省および2地域リンク中国モデルで対象とされた各種市場について、ワルラス法則を導く恒等式（合計された予算制約式）の形で、そのエッセンスが表2に示されている。

図3は、全中国に対して、図1と大差ない。中国全体とCDMを実行することは、炭素税の水準や中国经济へのインパクトの点であまり深刻な影響はない。しかし、図3の四川省単独実施（地方分権が進み実施可能と仮定）から、日本-四川省CDMは四川省経済に相当深刻な影響をもつことが予想される。四川省のケースは、日本-タイCDM、日本-インドネシアCDMとよく似た結果になるだろう。従って、東南アジアとのCDMは数カ国をグループにして実施する必要がある。中国各省とのCDMは（それが可能とすれば）、幾つかの省をグループにして実施する必要がある。

5. 今後の研究課題

地球温暖化問題（二酸化炭素排出削減）に炭素税からアプローチする際の今後の研究課題として、以下の3点を提示しておきたい。

第1に、日米・東アジア諸国を対象に、炭素税導入による多国間JI/CDMを試みる。アジア経済研究所の「1990年アジア国際産業連関表」（1998）あるいはGTAP（Global Trade Analysis Project）の産業連関表データ・ベース（1995年表）を基本データにして、世界リンクCGEモデルを作成する。インドネシア・マレーシア・フィリピン・シンガポール・タイ・中国・台湾・韓国・日本・米国などを目標対象地域とする。

第2に、中国を2地域に分割する日中CDMを試みる。地域分割の1つの例は、山西省・その他中国である。山西省は石炭依存度の極めて高い経済構造にあり、炭素税導入のケース・スタディとして重要である。⁶ もう1つの分割例は、沿海地域・内陸地域である。炭素税導入（環境政策）による産業・地域構造を議論することが可能である。

第3に、中国を対象とした多地域間JIの研究が重要である。中国は遅かれ早かれCO2排出削減の国家目標を設定せざるをえない。その時、炭素税の導入、炭素税の地域格差、（もし各省に目標削減量が設定されるなら）各省間の共同実施（JI）の可能性等が、地域格差の是正、地域産業構造の再編成などの点から、重要な研究課題になるだろう。

⁶ 炭素税とは分野が異なるが、全中国を広東省・その他中国に2分割することは、貿易自由化の分析に有効である。広東省の輸出は、90年代半ばには全中国の50%を占め、最近下がりつつあるとはいえ、40%に近いからである。

図1 日中CDMのマクロ経済分析

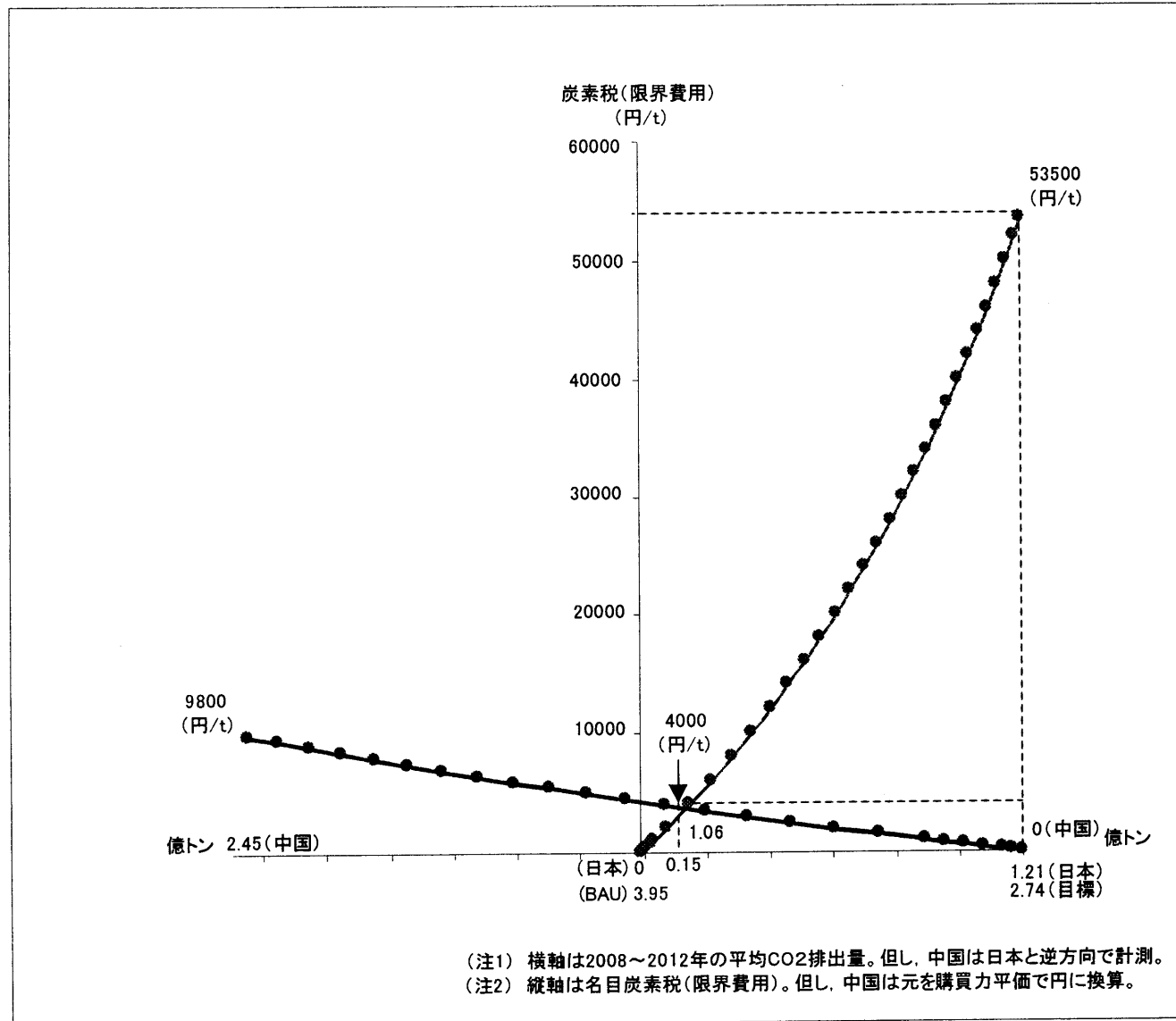


図2 多国間JI/CDMの枠組み

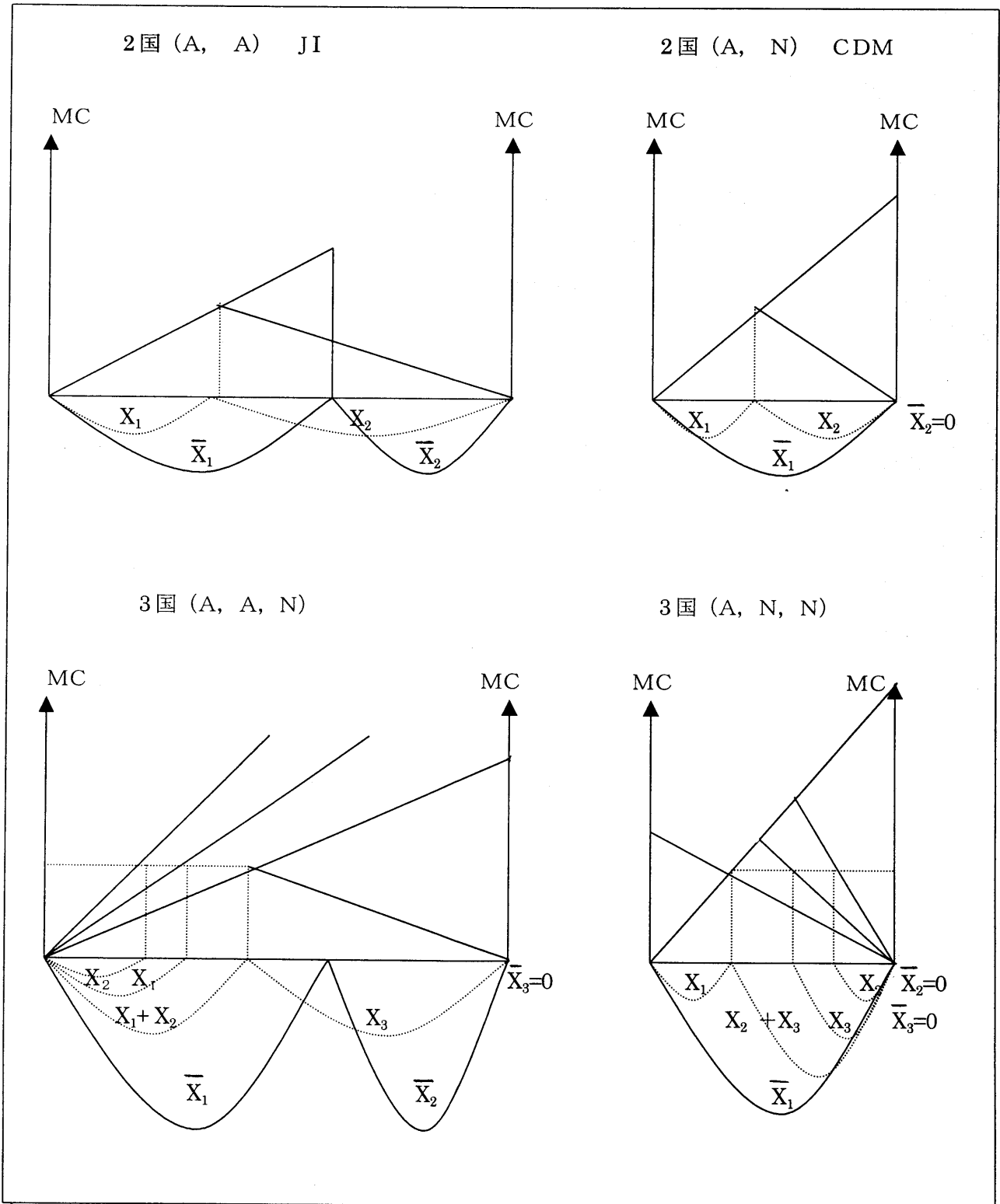


図3 日中CDMのマクロ経済分析(2地域リンク・モデル)

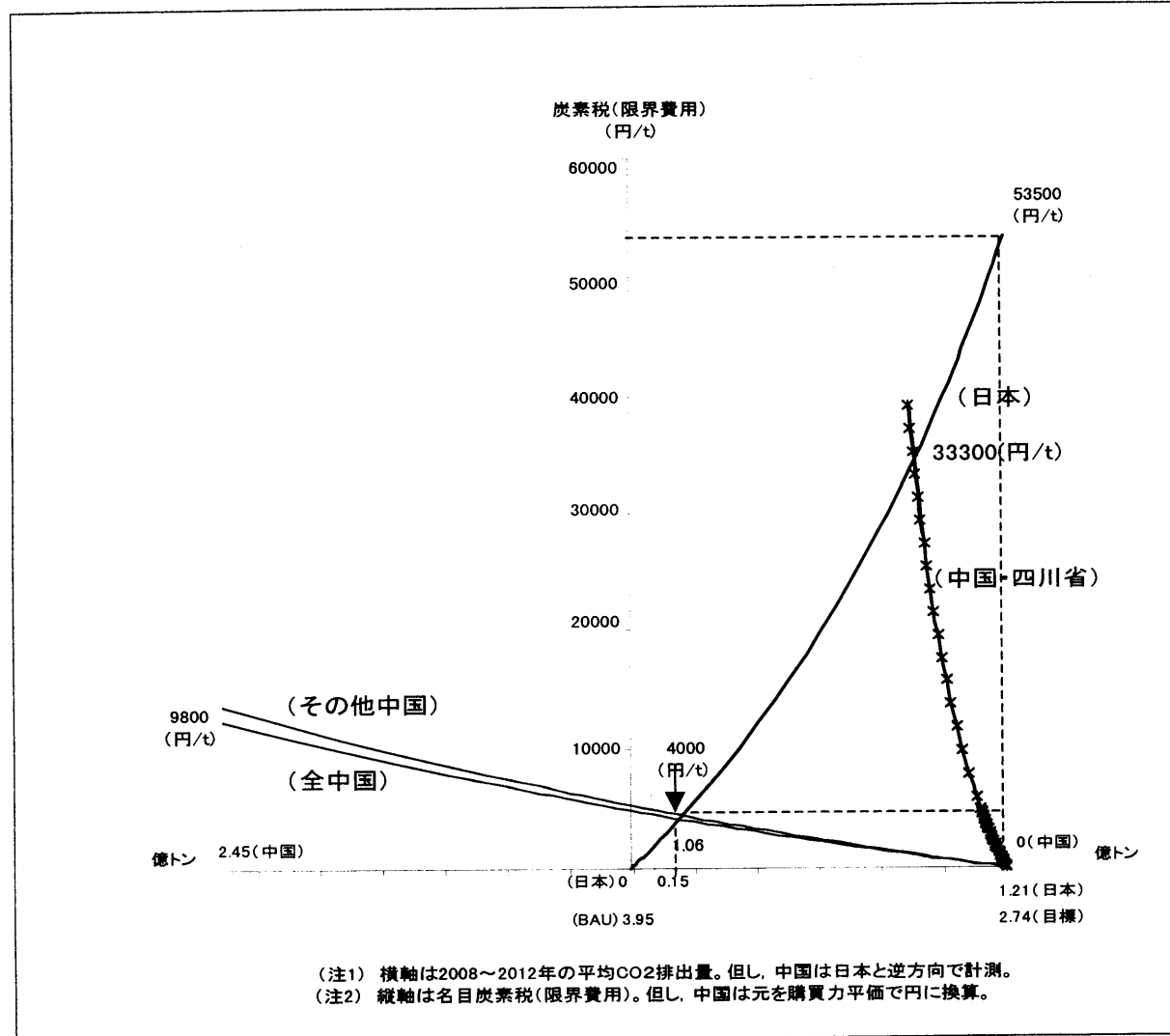
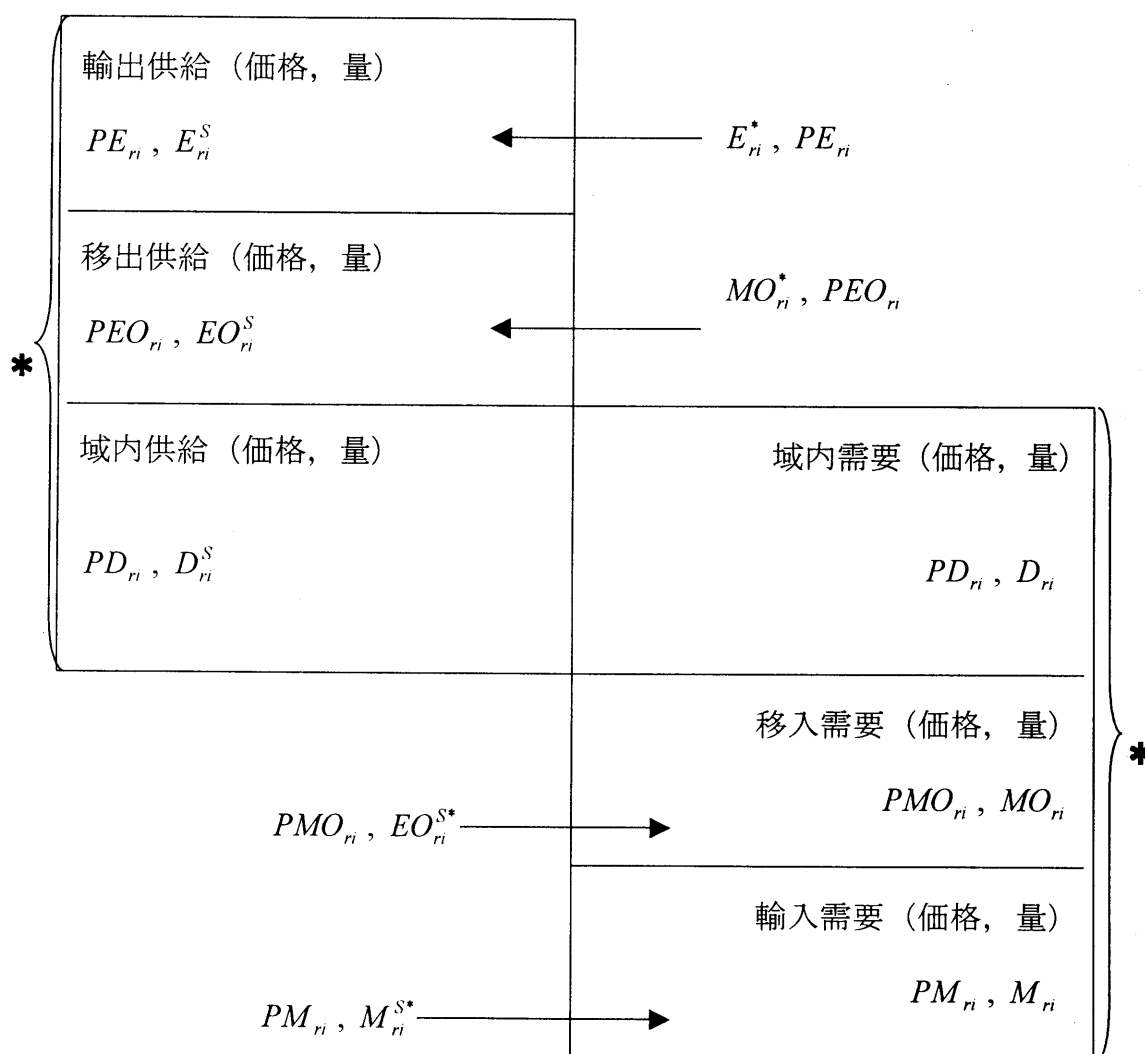


図4 地域CGEモデルの枠組み

地域 r , 産業 i :

$$X_{ri}^S = F(U_{ri}, K_{ri}, L_{ri}) \quad \text{CES 生産関数}$$

$$* X_{ri}^S = G(E_{ri}^S, EO_{ri}^S, D_{ri}^S) \quad \text{CET 転換曲線}$$



$$\text{CES 合成財関数 } Q_{ri} = H(D_{ri}, MO_{ri}, M_{ri}) *$$

$$\text{合成財総需要 } Q_{ri} = U_{ri} + C_{ri} + G_{ri} + I_{ri}$$

表1 弾力性に関するセンシティビティ・テスト

炭素税		1997-2010 平均成長率	2010年	標準シナリオ からの乖離率
標準シナリオ				
PCO2=0.0	CO2T	5.40	18.10	
	YR	7.00	182166	
PCO2=330	CO2T	3.60	14.50	-19.9
	YR	6.90	181206	-0.5
PCO2=740	CO2T	2.50	12.66	-30.1
	YR	6.90	179917	-1.2
労働・資本代替弾力性を50%下げた時の標準シナリオ				
PCO2=0.0	CO2T	5.20	17.66	
	YR	6.80	177648	
PCO2=330	CO2T	3.40	14.22	-19.5
	YR	6.70	176666	-0.6
PCO2=740	CO2T	2.40	12.43	-29.6
	YR	6.70	175355	-1.3
国内・国外転換弾力性を-0.1から-0.3へ下げた時の標準シナリオ				
PCO2=0.0	CO2T	5.40	18.12	
	YR	7.00	182075	
エネルギーと一次投入弾力性を0.2から0.4へ上げた時の標準シナリオ				
PCO2=0.0	CO2T	5.90	19.35	
	YR	7.00	182749	
職工・非職工代替弾力性を0.5から0.25へ下げた時の標準シナリオ				
PCO2=0.0	CO2T	5.40	18.09	
	YR	7.00	182144	
エネルギー間代替弾力性を0.5から0.25へ下げた時の標準シナリオ				
PCO2=0.0	CO2T	5.70	18.76	
	YR	7.00	182124	
国産品と輸入品代替弾力性を50%下げた時の標準シナリオ				
PCO2=0.0	CO2T	5.40	18.08	
	YR	7.00	182169	

(注) YRは実質GDP、1997年価格、億元。CO2Tは二酸化炭素排出総量、億トン。

表2 ワルラス法則(四川省モデル、2地域リンク中国モデル)

四川省モデル (r=1 or 四川) :

$$\begin{aligned}
 & W_{LUr} \cdot (L_{Ur} - \bar{L}_{Ur}^S) && \text{(非職工労働市場)} \\
 & + W_{Wr} \cdot (L_{Wr} - \bar{L}_{Wr}^S) && \text{(職工労働市場)} \\
 & + R_r \cdot (\sum K_{ir} - \bar{K}_r^S) && \text{(資本ストック市場)} \\
 & + \sum PD_{ri} \cdot (D_{ri} - D_{ri}^S) && \text{(域内生産物市場)} \\
 & + (S_r + FO_r + F_r - I_r^n) && \text{(貯蓄投資バランス)} \\
 & + \sum PMO_{ri} \cdot (MO_{ri} - MO_{ri}^{S*}) && \text{(生産物移入市場)} \\
 & + \sum PEO_{ri} \cdot (EO_{ri}^* - EO_{ri}^S) && \text{(生産物移出市場)} \\
 & + ER \sum PM\$_{ri} \cdot (M_{ri} - M_{ri}^{S*}) && \text{(生産物輸入市場)} \\
 & + ER \sum PES_{ri} \cdot (E_{ri}^* - E_{ri}^S) && \text{(生産物輸出市場)} \\
 & + \left\{ \sum PMO_{ri} \cdot MO_{ri}^{S*} - \sum PEO_{ri} \cdot EO_{ri}^* - FO_r \right\} && \text{(対他地域経常収支)} \\
 & + ER \cdot \left\{ \sum PM\$_{ri} \cdot M_{ri}^{S*} - \sum PES_{ri} \cdot E_{ri}^* - F\$_r \right\} \equiv 0 && \text{(対外国経常収支)}
 \end{aligned}$$

2地域リンク中国モデル (r=1, 2) :

$$\begin{aligned}
 & \sum_{r=1}^2 W_{LUr} \cdot (L_{Ur} - \bar{L}_{Ur}^S) && \text{(非職工労働市場)} \\
 & + \sum_{r=1}^2 W_{Wr} \cdot (L_{Wr} - L_{Wr}^S) && \text{(職工労働市場)} \\
 & + \sum_{r=1}^2 R_r \cdot (\sum K_{ir} - K_r^S) && \text{(資本ストック市場)} \\
 & + \sum_{r=1}^2 \sum PD_{ri} \cdot (D_{ri} - D_{ri}^S) && \text{(国内生産物市場)} \\
 & + (S + F - I^n) \quad \text{where } S = \sum S_r, F = \sum F_r, I^n = \sum I_r^n && \text{(貯蓄投資バランス)} \\
 & + \left[\sum PEO_{1i} \cdot (MO_{2i} - EO_{1i}^S) + \sum PEO_{2i} \cdot (MO_{1i} - EO_{2i}^S) \right] && \text{(地域間移出入市場)} \\
 & + \sum_{r=1}^2 ER \sum PM\$_{ri} \cdot (M_{ri} - M_{ri}^{S*}) && \text{(生産物輸入市場)} \\
 & + \sum_{r=1}^2 ER \sum PES_{ri} \cdot (E_{ri}^* - E_{ri}^S) && \text{(生産物輸出市場)} \\
 & + ER \left\{ \sum_{r=1}^2 \sum PM\$_{ri} \cdot M_{ri}^{S*} - \sum_{r=1}^2 \sum PES_{ri} \cdot E_{ri}^* - \sum_{r=1}^2 F\$_r \right\} \equiv 0 && \text{(外国為替市場)}
 \end{aligned}$$